



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Vulnerabilidad sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable en el
distrito de Puente Piedra en el 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Civil

AUTORA:

Luz Mary Encarnación Varillas

ASESOR:

Dr. Ing. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LIMA-PERÚ

2017-I

DEDICATORIA

A mis padres por brindarme su apoyo incondicional y darme ánimos para llevar a cabo del desarrollo de este proyecto de investigación.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a mi familia y amigos que me brindaron su apoyo incondicional.

Al Ing. Muñiz por el constante apoyo como asesor del Desarrollo del Proyecto de investigación.

A las entidades del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y SEDAPAL por brindarme la información solicitada, para el desarrollo de este proyecto de investigación.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Encarnación Varillas Luz Mary con DNI N° 71287461, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 10 de junio del 2017

Encarnación Varillas Luz Mary

PRESENTACION

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: “Vulnerabilidad sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniera Civil.

Encarnación Varillas Luz Mary

ÍNDICE

PAGINA DE JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DECLARACION DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACION	vi
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática.....	2
1.2.Trabajos previos.....	4
1.2.1.Antecedentes Nacionales.....	4
1.2.2.Antecedentes internacionales	6
1.3.Teorías relacionadas al tema.	8
1.3.1. Sistema de impulsión	8
1.3.2. Vulnerabilidad sísmica.....	13
1.3.2.1. Plan de mitigación	15
1.3.2.2. Plan de emergencia.....	17
1.3.3. Planteamiento teórico y metodológico de la línea de impulsión	17
1.3.4. Método de estimación del daño relación de tuberías	21
1.3.5. Marco conceptual	23
1.4.Formulación del problema	24
1.4.1. Problema general	24
1.4.2. Problemas específicos	24
1.5. Justificación del estudio.....	24
1.6. Hipótesis.....	25
1.6.1. Hipótesis general.....	25
1.6.2. Hipótesis específicos.....	25
1.7. Objetivos	25
1.7.1. Objetivo general	25
1.7.2. Objetivos específicos.....	26
II.METODOLOGÍA.....	27
2.1. Diseño de investigación.....	28

2.1.1. Método	28
2.1.2. Tipo de estudio	28
2.1.3. Nivel de estudio	28
2.1.4. Diseño de investigación.....	29
2.2. Variables y Operacionalización	29
2.2.1. Variables	29
2.2.2. Operacionalización de variables.....	29
2.3. Población, muestra y muestreo	30
2.3.1. Población.....	30
2.3.2. Muestra	31
2.3.3. Muestreo	31
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	32
2.4.1. Técnicas de recolección de datos	32
2.4.2. Instrumentos de investigación	32
2.4.3. Validez.....	33
2.4.4. Confiabilidad.....	33
2.4.4. Métodos de análisis de datos	34
III.ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	35
3.1. Descripción de la zona de estudio.....	36
3.2. Recopilación de información	37
3.3. Aplicación de métodos de análisis.	41
3.3.1. Evaluación de la vulnerabilidad física en el sistema de impulsión de agua potable.	41
3.3.2. Análisis de la vulnerabilidad funcional en sistema de impulsión de agua potable	42
3.3.3. Planteamiento del plan de mitigación de la vulnerabilidad sísmica en los sistemas de impulsión de agua potable	45
3.3.4. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable.....	46
IV.DISCUSIONES	49
V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
5.1. Conclusiones.....	56
5.2. Recomendaciones.....	57

VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	59
VII.ANEXOS.....	63
7.1. Matriz de Consistencia	64
7.2. Instrumentos de investigación validada.....	65
7.3. Certificado de laboratorio	71
7.4.Trámites Realizados.....	73
7.5 Planos	76
7.5.1. Plano de ubicación del distrito de Puente Piedra	76
7.5.2. Tipos de suelo en la zona de estudio sector 384-puente piedra	77
7.5.3. Pozos y calicatas.....	78
7.5.4 Tipos de tuberías.....	79
7.5.5. Microzonificación sísmica.....	80
7.5.6.Número de roturas - Ysoyama	81
7.5.7.Número de Roturas- Yamazaki	82
7.6.Recibo y resultados de turnitin	83
7.7.Acta de aprobación de originalidad	85
7.8. Registro fotográfico	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1.-Operacionalización de variables	29
Tabla 2. 2.-Estaciones Bombeo de Agua Potable en el distrito de puente Piedra	30
Tabla 3. 1.-Tipos de tubería de agua potable en el distrito de Puente Piedra.....	39
Tabla 3. 2.-Ensayos realizados en laboratorio	40
Tabla 3. 3.Límites de consistencia (Limites de Atterberg).....	41
Tabla 3. 4.Resumen de los resultados del laboratorio según SUSCS.	42
Tabla 3. 5. Tipo de tuberías en el sistema de impulsión del sector 384- Puente Piedra	43
Tabla 3. 6.Rotura de tubería por km con velocidad de 30cm/s.	43
Tabla 3. 7. Rotura de tubería por km con velocidad de 50 cm/s	44
Tabla 3. 8. Número de Roturas de tubería por km con velocidad de 70cm/s.....	45
Tabla 3. 9. Número de roturas de tubería por km.....	46

Tabla 3. 10.componentes de sistema de impulsión y matriz de identificación de daños. 48

Tabla 4.1.Daños más comunes ocasionados por sismo en los sistemas de agua y saneamiento..... 52

Tabla 4. 2.-Evaluación del riesgo 53

Tabla 4. 3.Matriz de recomendación para los sistemas de agua potable..... 54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.- Tubería en mal estado por exposición a la intemperie..... 3

Figura 1.2.- Problema de mantenimiento en la estación de bombeo de Sedapal 1200008. 3

Figura 1. 3.- Presión normal a todas horas 11

Figura 1.4.-Presiones de servicio normal unas horas y deficiente en todo momento. 12

Figura 1. 5.-.- Flujograma del análisis de vulnerabilidad en un sistema de agua potable.20

Figura 2. 1.-Instrumento de validez 33

Figura 3. 1.-Distrito de Puente Piedra, Sector 384 – Zona de estudio 36

Figura 3. 2.-Pozo 667 38

Figura 3. 3.-Pozo 835..... 38

Figura 3. 4.- el estudio respectivo de M-1 39

Figura 3. 5. Muestra 02 40

Figura 3. 6. Muestra 03 40

Figura 3. 7. Rot de tubería x Km con velocidad 30cm/s 43

Figura 3. 8.Rot x km con velocidad de 50cm/s..... 44

Figura 3. 9. Núm. de roturas por km con velocidad de 70cm/s. 45

Figura 3. 10. Número de roturas de tubería por kilómetro..... 47

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal la determinación de la vulnerabilidad sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable del distrito de Puente Piedra, para lo cual se realizó el estudio de suelo, asimismo se obtuvo información del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de los estudios realizados por el CISMID de la microzonificación sísmica de todo el distrito, de esta manera corroborar con el estudio de suelo realizado en el laboratorio de Mecánica de suelos y Pavimentos de la Universidad Nacional Federico Villarreal, también se solicitó información de los dos sistemas(p.667 y P. 835) a la entidad competente en este caso al Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (Sedapal). Se aplicó la metodología de tipo no experimental ya que no se manipula intencionalmente las variables y se empleó la técnica de observación directa. Obteniendo como resultado de acuerdo a la clasificación SUCS, los suelos de la zona de estudio están conformados al 90% de suelos inorgánicos de baja plasticidad con arena, el 61.10% de tubería de material asbesto cemento presentaría el mayor número de roturas. Y se tomó como referencia los estudios realizados por el Centro Peruano japonés de investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres para plantear una medida de mitigación ante un evento sísmico. Finalmente llegando a la conclusión que el sistema de impulsión de acuerdo al tipo de suelo es posible que colapse por una ruptura en la tubería y se debe de tomar en cuenta el plano de la zona de riesgo para poder reforzar las zonas donde podría colapsar el sistema.

Palabras Claves: Vulnerabilidad sísmica, Sistema de impulsión, Mitigación, Agua Potable, tubería.

ABSTRACT

The main objective of this research is to determine the seismic vulnerability of the potable water supply systems of Puente Piedra district, for which the soil study was carried out. Information was also obtained from the Ministry of Housing, Construction and Sanitation of studies carried out by CISMID of seismic microzoning throughout the district, in this way corroborate with the soil study carried out in the soil and pavement mechanics laboratory of the National University Federico Villarreal, also requested information from the two Systems (p.667 and P. 835) to the competent entity in this case to the Lima Water and Sewage Service (Sedapal). The non-experimental methodology was applied since the variables were not intentionally manipulated and the direct observation technique was used. According to the SUCS classification, the soils of the study area are made up of 90% of the low plasticity inorganic soils with sand, 61.10% of the pipe of asbestos cement material would present the greatest number of breaks. And we took as reference the studies carried out by the Japanese Peruvian Center for Seismic Investigations and Disaster Mitigation to propose a mitigation measure in the event of a seismic event. Finally concluding that the drive system according to the type of soil is likely to collapse by a rupture in the pipeline and should be taken into account in the plane of the risk zone to be able to reinforce areas where it could collapse system.

Key words: Seismic vulnerability, Drive System, Mitigation, Drinking water,Piping.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad en el Perú, según los estudios realizados por (INEI, 2015) existen más de 31 millones 151 mil 643 habitantes de los cuales no todos cuentan con servicio de agua potable, así como también no presenta un adecuado sistema de impulsión. A pesar de que el agua es el elemento primordial para la supervivencia del hombre.

Según los estudios realizados por el Instituto de Estadísticas e Informática (INEI, 2016), la producción nacional de aguapotable en el mes de octubre del 2015 asciende a los 104 millones 497 mil m³, los cuales resultaron ser una cifra superior a 2.3% en relación al volumen alcanzado en el mes de octubre del 2014 que registro 102 millones 116 mil m³. Así como también los estudios realizados en el mes de mayo del 2016 asciende a los 106 millones 785 mil m³, los cuales resultaron ser una cifra inferior en 0.4% en relación al volumen alcanzado en el mes de mayo del 2015 que fue de 107 millones 179 mil m³.

A pesar de la cantidad de agua que tenemos no es suficiente para abastecer a toda la población peruana, debido a que la calidad del agua no es muy buena a causa de la gran contaminación que se presenta en los ríos debido al vertimiento de los relaves mineros, aguas servidas y por los desagües. Así como también la calidad del agua se ve afectada por los químicos que se utiliza en la actividad agrícola. Dicha contaminación es producto del mal uso que se le da y de la presencia de los elementos físicos, químicos y biológicos; que en grandes cantidades son perjudiciales para la salud.

Por otro lado se sabe que el Perú está ubicado en una zona de mayor actividad sísmica debido a que forma parte del anillo de fuego del pacífico, lo cual se caracterizan por el movimiento de las placas tectónicas. Estas placas cada cierto tiempo tienden a chocar y separarse entre sí, de vez en cuando se llega a hundir unas debajo de otras lo cual genera un movimiento sísmico que a veces llega a afectar las edificaciones, líneas vitales, puentes, carreteras entre otros.

Debido a ello no se debe dejar de lado el análisis de vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable ya que en algún momento inesperado puede ser afectado en forma desfavorable por efecto de un desastre de tal magnitud.

El distrito de Puente Piedra actualmente no cuenta con estudios que contengan información actualizada de los 47 sistemas de impulsión, ya que algunos de ellos se encuentran fuera de servicio debido a que se encuentran en mal estado como se puede apreciar en la figura 1.1 y figura 1.2.



Figura 1.1.- Tubería en mal estado por exposición a la intemperie.



Figura 1.2.- Problema de mantenimiento en la estación de bombeo de Sedapal 1200008.

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes Nacionales

Según (Alcántara Toribio, 2013 págs. 17 - 139). En la tesis **titulada** “Evaluación de los daños ocasionados en el sistema de abastecimiento de agua debido al terremoto del 15 de agosto de 2007 en la provincia de Pisco”. Fijo como **objetivo principal**: Proponer medidas de mitigación y prevención para reducir las pérdidas en los componentes más vulnerables del sistema de agua y saneamiento cuando ocurra un terremoto, así como también investigar sobre los daños que afectaron al sistema de agua y saneamiento en Pisco y San Andrés, ocasionados por el terremoto del 2007, de manera complementaria, en Ica, Chincha y Cañete. Los daños del sistema de agua y saneamiento de Pisco se correlaciona en los mapas de peligro preparado por el Programa de Ciudades Sostenibles de INDECI / PNUD y finalmente Propuso mejoras en la atención de emergencia en el abastecimiento de agua a ciudades con el sistema de agua y saneamiento colapsado, después de un terremoto. Después de la investigación que realizo pudo **concluir** que las estaciones de bombeo con accesorios de hierro fundido sufren daños por la rotura del hierro fundido , las estructuras de concreto sufren daños menores como el agrietamiento en los muros y los reservorios apoyados sobre suelo firmes soportan las aceleraciones del suelo siendo más eficientes al momento de un sismo, así como también la calidad de los materiales que se utilizan para hacer las conexiones domiciliarias deben estar en óptimas condiciones y por ultimo lo que faltó fue la organización de la población para poder manejar la emergencia. Finalmente después de su investigación **recomienda** que no se debe considerar los accesorios de material frágil como es el caso el hierro fundido y en las líneas de impulsión donde el suelo es blando y licuado, se debería considerar tuberías de alta ductilidad como HD con uniones fijas.

Al respecto (Alegría Mori, 2013 págs. 45 - 164). En la tesis **titulada** “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Bagua Grande” .Fijo como **objetivos**: El consumo adecuado de agua después de que se halla hecho la rehabilitación de la línea de conducción y ampliación de la cobertura, así como

también dependiendo de un adecuado almacenamiento producto de los buenos hábitos en higiene que tenga la población para mejorar sus condiciones de vida. Y obtuvo como **conclusiones**: que con la ejecución del proyecto se beneficiaran 48 mil 694 habitantes después de que se haya concluido, las cotas que se establecieron serán los definitivos para que luego se tengan en cuenta en el proceso de ejecución a fin de garantizar el correcto funcionamiento de todo el sistema, así como también desde el punto de vista ambiental tendrá muchos beneficios positivos tanto para el medio ambiente y la población. Finalmente la **recomendación** que brinda después su investigación es que la empresa municipal debe tener un registro completo de los parámetros básicos respecto a la calidad del agua así como también tener actualizado el registro de todos los usuarios con conexiones de agua potable y desagüe teniendo en cuenta el estado en que se encuentra.

Según (Cáceres Huisacayna, 2016 págs. 5 - 23 - 71 - 77) En la tesis **titulada** "Beneficios ambientales del control de pérdidas en un sistema convencional de tratamiento de agua potable". Fijo como **objetivos**: Elaborar un inventario de materiales, maquinaria y consumo de energía en la producción, transporte, instalación y distribución para el sistema de tratamiento; así como también realizar el análisis de ciclo de vida para obtener resultados cuantificables, basados en indicadores ambientales, para cada etapa del sistema ; por ultimo Realizar un análisis cualitativo que sirva como herramienta auxiliar para conocer la perspectiva de la población sobre el recurso hídrico, de manera que sirva como herramienta adicional para la toma de decisiones. Aplicando la **metodología** de entrevistas teniendo en cuenta un enfoque cuantitativo que tiene que ver con el análisis de ciclo de vida y cualitativo que tiene que ver con la percepción que tiene la población respecto a la calidad del agua. Y obtuvo los siguientes **resultados** que el proceso histórico que siguió el consumo de químicos. Y obtuvo como conclusión que la población se ve influenciado directa o indirectamente con la empresa minera que funciona por ello no responde con total veracidad respecto a la calidad del agua. Finalmente la **recomendación** que brinda después de su investigación es que en los futuros será necesario evaluar la calidad del agua en la fuente.

Al respecto (Salinas Castro, y otros, 2010 págs. 19 - 109) En la tesis **titulada** “Riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento: caso proyecto mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa”. Fijo como **objetivos**: Identificar y analizar los riesgos y vulnerabilidad a que está sometido el proyecto por otra parte hacer recomendaciones metodológicas para analizar las vulnerabilidades y generar comprensión sobre el nivel de riesgo de las infraestructuras de agua potable y saneamiento básico. Aplicando la **metodología** de investigación de tipo cualitativo ya que emplea la secuencia de orden como una forma de medición. Y obtuvo los **resultados** siguientes: La situación del sistema de agua y alcantarillado en Oxapampa lo cual presenta características de una infraestructura e inversión de alto riesgo ambiental, que quiere decir que hay mucha posibilidad de que pueda ocurrir algún desastre natural debido al tipo de suelo o entre otras cosas y por otra parte la vulnerabilidad al que están expuestos los sistemas de captación y conducción se encuentra muy propensos a las intensas precipitaciones pluviales que hay por la zona. Finalmente **concluye** que debido a que la zona de Oxapampa se encuentra en una zona de alto riesgo ambiental ven la posibilidad de pesar en otras alternativas de abastecimiento siempre y cuando teniendo en cuenta la calidad del agua, así poder facilitar a la población ante ciertas dificultades en caso de crisis.

1.2.2. Antecedentes internacionales

Según (Inostroza Espejo, 2011 págs. 10 - 88). En la tesis **titulada** “Análisis técnico – económico de sistemas de elevación de aguas para edificios residenciales, Santiago - Chile”. Fijo como **objetivos**: obtener una curva promedio de un consumo real de agua potable en un edificio; diseñar y construir un banco de pruebas que tenga los dos sistemas de control, estanque hidroneumático y variador de frecuencia; y por ultimo simular la curva de consumo real de agua potable en el banco de pruebas, teniendo en cuenta los dos sistemas de control. Aplico la **metodología** aplicada ya que pudo realizar pruebas para determinar cuál de los dos sistemas es la más adecuada y rentable. Y obtuvo los **resultados**

siguientes: Después de obtener la curva de consumo de un edificio residencial pudo ver que el variador de frecuencia le saca gran ventaja al sistema hidroneumático ya que permite un ahorro de energía, por ende es el más rentable viendo desde el punto de vista económica; pero si la curva de consumo fuera estable en ese caso no habría ninguna diferencia en el consumo energético entre los dos sistemas.

Al respecto (Lorenzo Espitia, 2012 págs. 2 - 69). En la tesis **titulada** “Proyecto mecánico de la estación de bombeo PB1 del acueducto zapotillo–altos de Jalisco–león, México”. Fijo como **objetivos**: Definir el proyecto de la estación de bombeo PB1 del acueducto el Zapotillo desde de un punto de vista hidráulico y proponer una estructura de protección para el sistema de conducción de la planta de bobeo PB1, lo cual de garantizar su buen funcionamiento ante la presencia de los fenómenos que pueda presentarse. Aplico la **metodología** experimental porque busca resultados positivos donde se encuentre el punto de equilibrio entre económica y eficiencia .y obtuvo los resultados esperados ya que el diseño de la planta de bombeo PB1 es eficiente y también garantiza un menor costo anual en energía eléctrica, pero lo primordial es que podrá abastecer a la región de agua potable suficiente. Finalmente fija como **conclusión** que las pérdidas de carga menores al 1% de la altura de carga en la línea de conducción son muy óptimos al diseño que se esperaba, ya que también son muy beneficios tanto económicamente y por otra parte pudo lograr dimensionar 7 cámaras de aire indispensables para proteger la línea de conducción y el equipo de bombeo contra el fenómeno de golpe de ariete, ya que este fenómeno es el causante de las averías en las tuberías.

Según (Palacios Castañeda, 2010 págs. 15 - 44 - 52).En la tesis **titulada** “Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María auxiliadora de Caldas, Antioquia - Colombia”. Fijo como **objetivos**: Desarrollar un sistema de aprovechamiento de aguas de lluvias como una alternativa para el uso de actividades cotidianos que no tenga que ver con el consumo humano (actividades no potables) evaluando por el lado económico es decir buscando un ahorro y del

mismo modo evaluar la relación costo-beneficio para la instalación de sistemas de aprovechamiento de aguas de la lluvia en dicha institución educativa. La **metodología** que aplico es el experimental ya que para la elaboración del proyecto escogió la institución educativa María Auxiliadora. Y obtuvo los siguientes **resultados**, que el aprovechamiento de agua de lluvias es una buena opción siempre y cuando tenga un respaldo económico para llevarse a cabo, en este caso sería bueno para el desarrollo sostenible de la institución educativa teniendo un apoyo externo para que se lleve a cabo este tipo de proyecto. Finalmente fija como **conclusión** que de acuerdo a los resultados obtenidos es un proyecto que cumple las expectativas en cuanto que técnicamente viable aprovechando las precipitaciones, pero la inversión inicial sería muy costo lo cual podría truncar su realización de dicho proyecto que es muy interesante.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

1.3.1. Sistema de impulsión

Es el tramo de tubería que transporta el agua (fluido) desde el canal (estación) de bombeo hasta el depósito o reservorio.

Para lo cual tenemos que tener en cuenta la definición de caudal de agua, como nos menciona: (Cromer, 2006 pág. 230) "El caudal de un fluido es el volumen de agua que atraviesa por segundo una superficie".

De lo que se puede deducir es que el caudal que discurre por el sistema de impulsión siempre se toma en cuenta el tiempo que demora en recorrer el tramo desde la estación de bombeo hasta un reservorio.

Así mismo para las líneas de impulsión se considera una serie de criterios y parámetros, partiendo de las condiciones en las que se encuentra sometida la tubería y el tipo de fluido que transportará.

Partiendo de datos fundamentales como caudal, longitud y pendiente, se parte en de la elección de:

Material de la tubería

El tipo de material a escoger se considera los factores económicos, como también la disponibilidad de accesorios y lo principal sus características de resistencia.

Tabla 1.1. Material de tubería

Material de tubería	PVC	FFD
Diámetro (mm)	Hasta 250 mm	300 mm a más
Clase	10 o 15	K-9
Norma	ISO 4422	ISO 2531

Fuente: ChoyBejar , 2002.

Por ello se tiene que tener en cuenta el caudal de diseño los cuales son:

A) Caudal medio diario

(Salazar Gámez, 2012), define que el caudal medio diario, es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada”.

Es el volumen de agua que se espera consumir durante el periodo de un día. En unidades lts/seg.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{md} = \frac{(N^{\circ} \text{ de habitantes}) * (\text{dotación})}{86400}$$

B) Caudal máximo diario

(CEPES pág. 24)El consumo máximo diario se define como el día de máximo consumo de un serie de registros observados durante los 365 días del año”.

Es el volumen máximo de agua que se espera consumir en un día, teniendo en cuenta el factor de ampliación (K1) del caudal medio diario. En unidades lts/seg.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{maxd} = K1 * Q_{md}$$

Donde el valor de K puede tomar el valor de:

$$K1=1.3$$

$$K2=1.8$$

C) Caudal máximo horario

(Fernández Reynoso , y otros pág. 25), Define que: “El gasto máximo horario, es el requerido para satisfacer las necesidades de la población en el día de máximo consumo y a la hora de máximo consumo”.

Es el volumen máximo de agua que será consumido en una determinada hora del día, teniendo en cuenta el factor de ampliación (K2) del caudal medio diario. En unidades lts/seg.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{maxh} = K2 * Q_{md}$$

Según el art. 6.2.1. El cálculo de las líneas de impulsión se hará considerando el caudal de bombeo; es decir, el caudal máximo diario afectado por factor $24/N$ donde N es el número de horas diarias de bombeo.

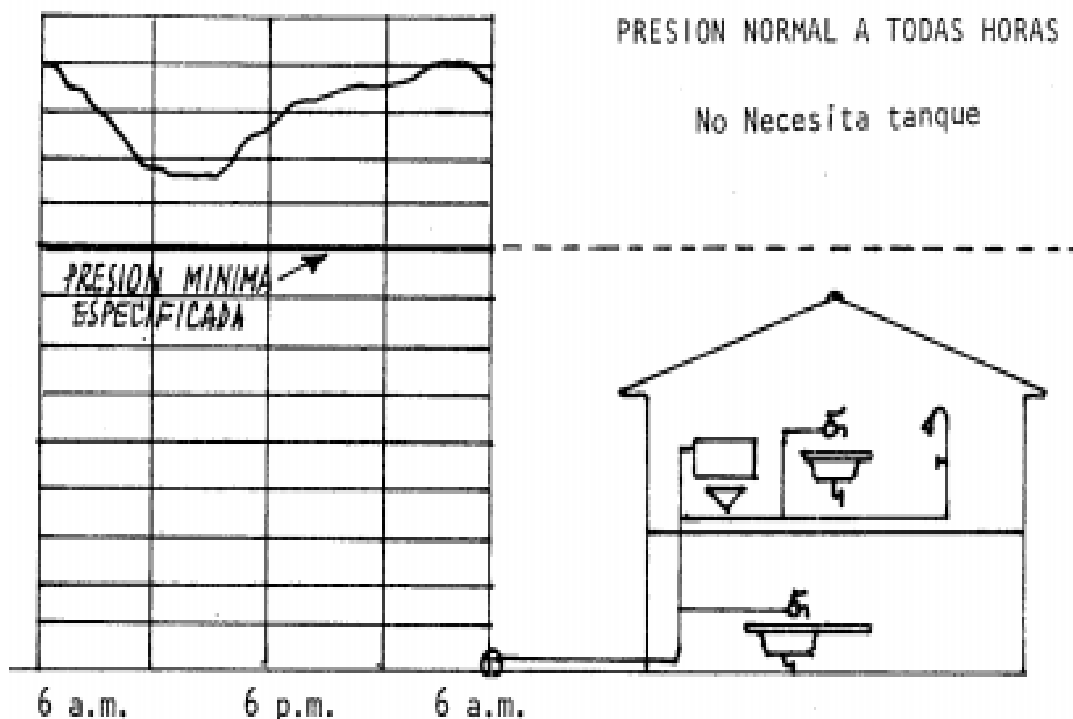
1.3.1.1. Presiones de servicio

Se les considera a las presiones dinámicas (presión en un tramo de tubería se encuentra el agua en movimiento) que tienen valores mayores que cero pero inferiores a la presión estática (presión en una sección de la tubería que se encuentra el agua en reposo).

Por otra parte (Soriano Rull, y otros, 2012 pág. 50) Señalan que: “presión de servicio; es la presión interna en el punto de conexión a la instalación del consumidor, con caudal nulo en la acometida”.

Son considerados presión normal cuando son igual o mayor a un valor mínimo que se le considera suficiente para poder abastecer directamente a las conexiones domiciliarias, por otra parte se les considera deficientes cuando están por debajo de ese valor mínimo.

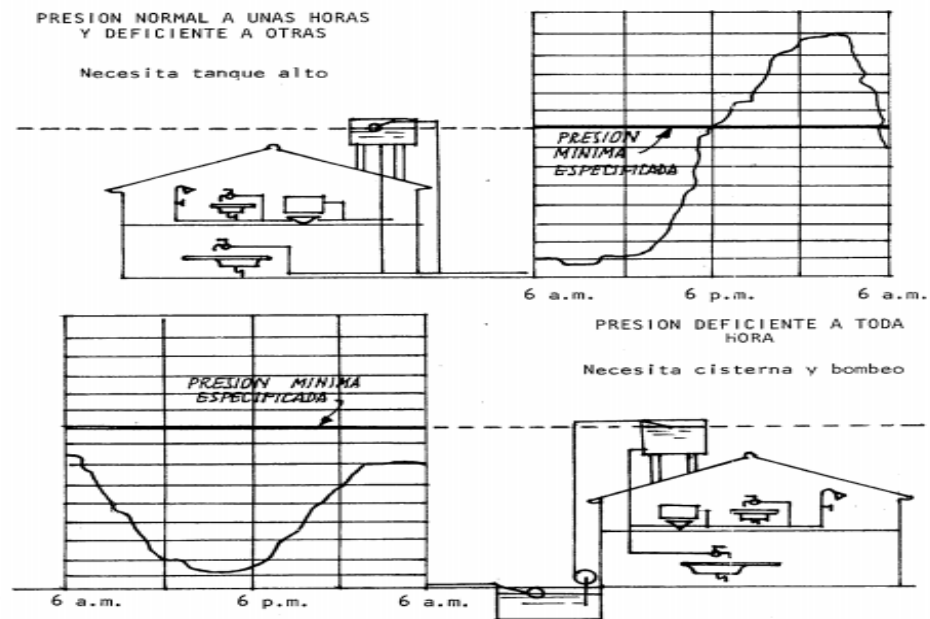
Si la presiones de servicio fueran normales, en las conexiones domiciliarias no serían necesario utilizar los tanques y menos los sistemas de bombeo, ya que habría agua suficiente para poder abastecer.



Fuente: www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/011632/011632-03.pdf.

Figura 1. 3.- Presión normal a todas horas

Pero si la presión de servicio fuera normal unas horas y empieza a ser deficiente dentro de un momento, ahí se podría abastecer por intermedio de un tanque; y si la presión de servicio fuera deficiente en todo momento, en ese caso se necesitaría una cisterna y una bomba.



Fuente: www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/011632/011632-03.pdf.

Figura 1.4.-Presiones de servicio normal unas horas y deficiente en todo momento.

1.3.1.2. Velocidades de flujo

Para (De la Lanza Espino, y otros, 1999 pág. 271)“La velocidad de flujo es el resultado de dividir el caudal que pasa por una superficie perpendicular al flujo por el área de la misma”.

La determinación de la velocidad del agua resulta importante para el diseño de caudal, así como también depende del tipo y diámetro de la tubería que se empleara.

Por razones prácticas, la velocidad del flujo que circula en la red de distribución debe estar limitar entre un valor máximo y un valor mínimo.

Si las velocidades fueran máximas se produciría cuantiosas pérdidas de cargas, así como también surgirían las sobrepresiones derivadas de los posibles golpes de ariete que ocasionarían en algunos casos la ruptura en la tubería , por otra

parte la limitación de la velocidad se tiene en cuenta también para evitar la erosión de los materiales de la tubería.

Pero caso contrario, cuando la velocidad del flujo es baja facilitaría a que se forme los depósitos de los materiales producto de la suspensión de materias en el revestimiento de la tubería, lo cual produciría obstrucciones y evitaría el paso continuo del agua.

Por ello se debe procurar que la velocidad de flujo en las tuberías alcance un valor que se encuentre en el rango de 0,3 y 0,2 m/seg.

1.3.2. Vulnerabilidad sísmica

(Giner Caturla, y otros, 2001 pág. 71), la vulnerabilidad se considera como el grado de daño de cierto elemento expuesto a riesgo como consecuencia de la ocurrencia de un terremoto de un tamaño determinado”.

(Hungry, y otros, 2005 pág. 4), define la vulnerabilidad como el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos en un área afectada por una amenaza. Este se expresa en una escala de 0(no hay pérdida) a 1 (pérdida total). Es un grupo de condiciones y procesos resultantes de factores físicos, sociales, económicos y ambientales, los cuales incrementan la susceptibilidad de una comunidad al impacto de las amenazas.

Por otra parte según(Wilches Chaux, 1988 pág. 22), la vulnerabilidad es la incapacidad de una comunidad para “absorber”, mediante el auto-ajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su “inflexibilidad” o incapacidad para adaptarse a ese cambio. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del riesgo sobre la comunidad.

Es necesario anotar que la vulnerabilidad surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características. El resultado de esta

interacción es la incapacidad de resistir los efectos de un evento que puede sufrir una estructura debido a un sismo, por lo cual al hablar de vulnerabilidad sísmica de una estructura se debe tener en cuenta que es una propiedad intrínseca así misma.

(Sousa Oliveira, y otros, 2006 pág. 13) Determinan la vulnerabilidad sísmica como el grado (nivel) de rendimiento de un sistema (estructura de ingeniería, red, grupo social, etc.) sobre un cierto nivel de acción sísmica. Un sistema más vulnerable es aquel, que para una acción dada, no puede responder tan bien como otro.

Los efectos de los sismos en los sistemas son:

- Destrucción total o parcial de las estructuras de captación, tratamiento, almacenamiento, líneas de impulsión y de distribución.
- Rotura de la tubería.
- Modificación en la calidad del agua.
- Variación del caudal en captaciones subterráneas.

En otras palabras toda estructura está propensa a sufrir daños ante un sismo y se asocian directamente a sus características físicas y funcionales.

A) Vulnerabilidad física

La vulnerabilidad física está referida especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo y a las deficiencias de sus estructuras físicas para “absorber” los efectos de esos riesgos (Wilches Chaux, 1993).

Por otra parte, la vulnerabilidad física se relaciona directamente con los desplazamientos y esfuerzos que tiene la estructura para poder soportar ante un posible evento sísmico sin sufrir daños materiales. Así como también la vulnerabilidad física de un sistema vital (sistema impulsión) puede ser evaluada sus componentes aisladamente.

Entre las propiedades que determinan la vulnerabilidad física se encuentran las siguientes:

- Resistencia para soportar esfuerzos actuantes.
- Flexibilidad para deformarse.
- Ductilidad o capacidad de los materiales para deformarse sin perder resistencia.
- Capacidad para disipar energía.

B) Vulnerabilidad Funcional

Es la medida de la capacidad de un sistema para soportar los movimientos sísmicos sin perder su función. Así como también se tiene que tomar en cuenta el comportamiento de los elementos no estructurales como son: instalaciones sanitarias, muros entre otros, los cuales son importantes para el buen funcionamiento de las edificaciones. Así como también la evaluación de la vulnerabilidad funcional requiere de un análisis del sistema como red.

Existen las propiedades que determinan la vulnerabilidad funcional se encuentran:

- Capacidad de funcionar bajo condiciones no óptimas de los componentes.
- Dependencia interna (entre componentes del sistema) y externa (entre dos o más sistemas).
- Interacción interna (entre componentes) y externa (entre sistemas).

1.3.2.1. Plan de mitigación

De acuerdo a (Pan American Health Organization, 2000 pág. 32), el plan de mitigación puede recomendar que se tomen medidas tales como la reubicación de los componentes (tuberías o estructuras localizadas en terrenos inestables o próximos a vías de agua), la construcción de muros de contención alrededor de las instalaciones, el reemplazo de conexiones rígidas o el uso de tuberías flexibles.

Por lo cual la aplicación de tales medidas de mitigación a los sistemas existentes resultaría ser muy costoso y compleja.

Por otra parte el plan de mitigación es una fase que se da previamente al desastre, siendo la etapa principal del proceso de planificación para situaciones de emergencia y desastre. Abarca tres actividades que se debe tener en cuenta:

- **Prevención**

Esta acción les corresponde a los organismos gubernamentales que tienen como función la administración de los recursos geológicos, hídricos, marítimos, forestales y del desarrollo urbano. Los fenómenos naturales que tienen cierto grado de participación del hombre en su origen pueden evitarse con una buena organización preventiva. Por otro lado hay algunos fenómenos naturales que no se pueden controlar solo se podría prevenir llevándose a cabo la recopilación y registro de eventos posteriores.

- **Mitigación**

(Wilches Chaux, 1988 pág. 12), decirle “no” a la vulnerabilidad. El término “mitigar” no debe tomarse en el sentido coloquial de “aliviar”, sino en el sentido muy concreto y específico que se le da en la administración de desastres: mitigación o reducir en lo posible esa incapacidad de la comunidad para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en el ambiente.

Por lo cual aparte de tomar medidas de prevención es necesario tomar medidas para reducir el impacto de las amenazas naturales para evitar los posibles daños o pérdidas.

- **Preparación.-** Engloba una serie de actividades que tiene como finalidad organizar, educar, capacitar y preparar a la población con el único propósito de facilitar las acciones efectivas y un oportuno control ante un desastre.

1.3.2.2. Plan de emergencia

Según (Vértice, 2011 pág. 193), se entiende por plan de emergencia: “el conjunto de actuaciones programadas y planificadas que permite una respuesta rápida y eficaz ante una situación extrema. El plan de emergencia no es preventivo pero puede evitar que un accidente se convierte en tragedia”.

Por ello el plan de emergencia comprende las acciones a realizar “Durante el desastre”, lo cual abarca:

a) Respuesta.- Después de haber ocurrido el evento se deben tomar en cuenta las actividades de respuesta, los cuales se trazaron en el plan de emergencia. Asimismo tendrá una secuencia de procedimientos por realizar, desde la asistencia de personas, la evaluación de daños hasta la reparación y funcionamiento de los componentes de los sistemas.

b) Después del desastre.- Las actividades por desarrollar después de ocurrido el desastre son los siguientes:

- **Rehabilitación.-** Es el proceso de restablecimiento de las condiciones normales de vida mediante la reparación, adecuación y puesta en marcha de los servicios vitales que hayan sido interrumpidos por el evento del fenómeno natural.
- **Reconstrucción.-** Es el proceso de recuperación a mediano y/o largo plazo de todo lo afectado por el desastre.

1.3.3. Planteamiento teórico y metodológico de la línea de impulsión

1.3.3.1. Diámetro de la tubería

Lo primero que se tiene que tener en cuenta para el diseño de la línea de impulsión es la elección del diámetro de la tubería, para lo cual se emplea la fórmula de Bresse , que es para bombeos discontinuos.

$$D = (0.5873)(N^{0.25})(\sqrt{Q_b})$$

Siendo:

D = Diámetro interior Aprox. (m).

N = Número de horas de bombeo por día.

Q_b = Caudal de bombeo (m^3/s).

1.3.3.2. Velocidad media de flujo

Después de establecer el diámetro de la tubería, se establece la velocidad media del flujo en la tubería seleccionada, empleando la ecuación de continuidad:

$$V = \frac{4(Q_b)}{\pi(D_c^2)}$$

Siendo:

V = La velocidad media del agua por la tubería (m/s).

D_c = El diámetro interior de la sección transversal de la tubería (m).

Si la velocidad no está dentro de los rangos permitidos, el diámetro de la tubería se cambia al que cumpla con las exigencias.

1.3.3.3. Pérdida de carga en tuberías

Las pérdidas de cargas que se presentan en los sistemas de impulsión se toma en cuenta como:

a. Pérdida de carga por fricción

El cálculo de la pérdida de carga por fricción se emplea la ecuación de Hazen-Williams lo cual se formula de la siguiente manera:

$$Q_b = 0.2785(C)(D_c^{2.63})(S^{0.54})$$

$$S = \left[\frac{Q_b}{0.2785(C)(D_c^2)} \right]^{1.85}$$

$$H_f = (S)(L)$$

Siendo:

Q_b = El Caudal de bombeo (m^3/s).

C = coeficiente de rugosidad de Hazen – Williams.

D_c = Diámetro interior de la tubería (m).

S = Pendiente de la gradiente hidráulico (m/m).

H_f = Pérdida de carga por fricción (m).

L = longitud de tubería (diámetro constante) en metros.

b. Pérdidas de carga local

Las pérdidas de carga local se originan por el paso del flujo a través de los accesorios presente en el sistema de impulsión y/o cambio de dirección y/o en la sección de los tramos.

Se considera las pérdidas locales solo si son necesarias ya sea por la cantidad de accesorios o velocidades altas en el sistema. Para lo cual se toma en cuenta el teorema de Borde – Belanger.

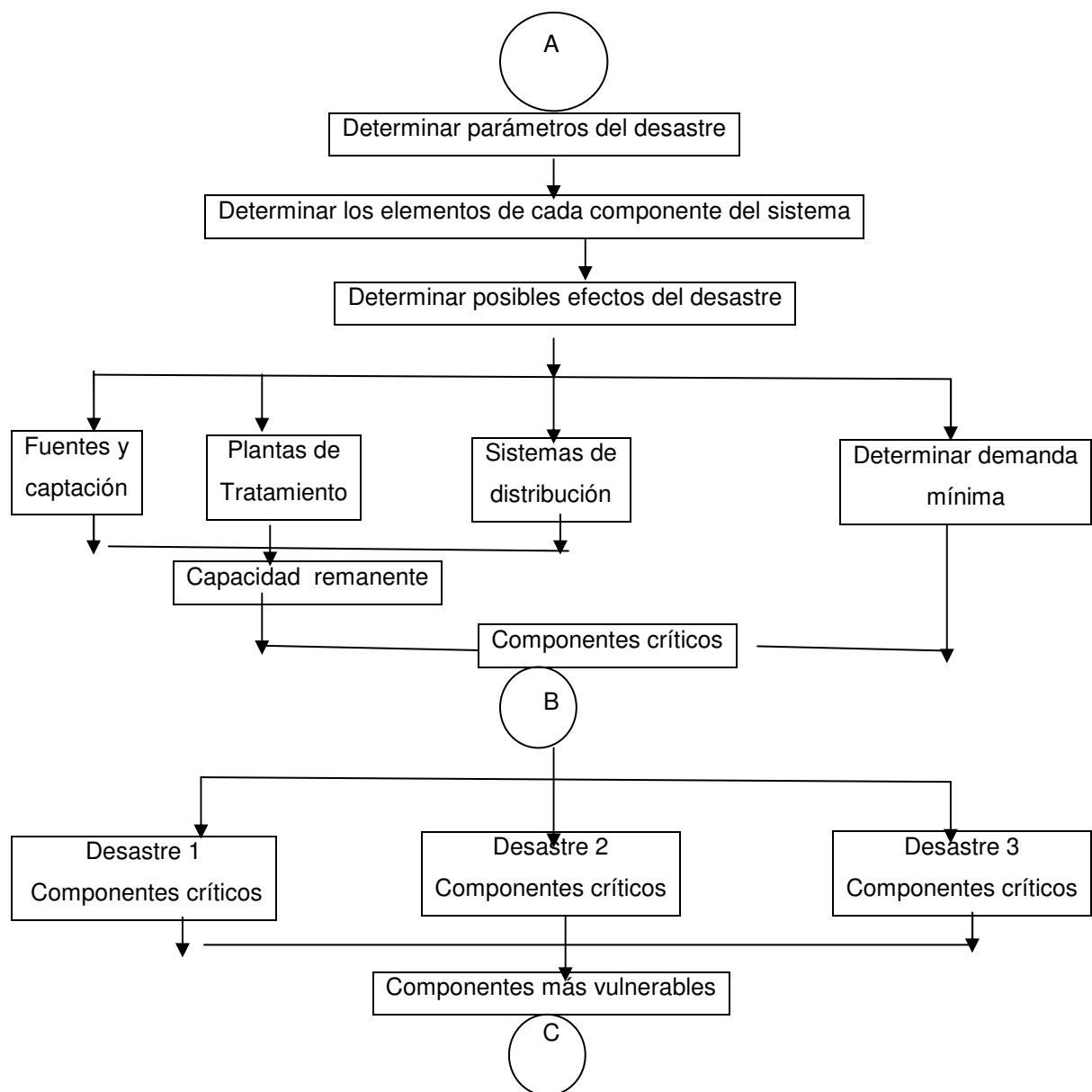
$$H_l = \sum k \left(\frac{V^2}{2g} \right)$$

En el que “k” depende de los accesorios por donde fluye el flujo.

1.3.3.4. Potencia de impulsión

Para calcular la potencia para impulsar el fluido desde el pozo al reservorio es indispensable tener en cuenta ciertos parámetros:

- Caudal de bombeo (Q_b)
- Altura dinámica total (HDT)
- Altura de impulsión
- Altura de succión



Fuente: OPS, Oficina Sanitaria Panamericana, Regional de la Organización Mundial de la salud, 1990

Figura 1. 5.-.- Flujograma del análisis de vulnerabilidad en un sistema de agua potable.

1.3.4. Método de estimación del daño relación de tuberías

Según (Yamazaki, y otros, 2000) para estimar la razón de daños de las tuberías de distribución de agua, es decir el número de incidentes de daños por kilómetro de tubería; para lo cual propuso la siguiente formula:

$$R_m(V) = C_p C_d C_g C_l R_{(v)}(1)$$

En la cual R_m es la relación de daño y C_p , C_d , C_g y C_l son los coeficientes de corrección para el tipo de material de tubería, diámetro, estado geológico y de la ocurrencia de licuefacción, sucesivamente y “ v ” es la velocidad máxima del terreno (PGV).

$R(v)$ se estima la relación de daño para el tubo de hierro fundido con un diámetro que está en el rango de 100-150mm y se da.

$$R(v) = C(v - A)^b \quad (2)$$

Siendo b , c y A coeficientes de regresión. Sobre la base del conjunto de datos sobre daños del terremoto de Kobe de 1995, (Yamazaki, y otros, 2000) determino la siguiente ecuación para $R(v)$.

$$R(v) = 3.11 \times 10^{-3} (v - 15)^{1.30} \quad (3)$$

En este estudio, se asumió que A se encuentra entre 0 y 30 cm/s, y los análisis de regresión se realizaron cambiando A en un intervalo de 5 cm/s. Donde determinaron que “ A ” debe ser 15 cm/s porque para este valor el coeficiente de correlación entre el PGV y la relación de daños alcanzaría su valor máximo.

Tabla 1. 2. *Factor de Corrección por material*

MATERIAL	Bp = Cp
Hierro Dúctil	0.30
Hierro fundido	1
PVC	1
Acero dúctil	0.30
Asbesto Cemento	1,2

Fuente: Tromans 2004, pág. 89

Tabla 1. 3. *Factor de corrección por diámetro*

DIÁMETRO	Bd = Cd
75mm	1,6
100- 150 mm	1
200 – 400 mm	0,80
< 500 mm	0,50

Fuente: Tromans 2004, Pág. 89

Tabla 1. 4. *Factor de corrección por Topografía*

TOPOGRAFIA	Bg = Cg
Montaña grande	1,1
Terraza	1,5
Valle estrecho	3,2
Aluvial	1
Aluvial rígido	0,4

Fuente: Tromans 2004, Pág. 89

Tabla 1. 5. *Factor de Corrección por Licuefacción*

LICUEFACCIÓN	BL = CL
Sin licuefacción	1
Licuefacción parcial	2
Licuefacción total	2,4

Fuente: Tromans 2004, pág. 89

1.3.5. Marco conceptual

Agua potable: Es el elemento (agua) que presenta propiedades físicas, químicas y bacteriológicas idóneas para el consumo humano (SEDAPAL, 2004 pág. 4).

Caudal: Cantidad de fluido que discurre en un determinado lugar por unidad de tiempo (Diccionario de la Real Academia Española, 2016).

Estaciones de bombeo: Son estructuras equipadas para bombear el agua potable, desde la fuente de abastecimiento superficial o subterráneo, hacia almacenamientos (SEDAPAL, 2004 pág. 5).

Golpe de ariete: Se define como la sobrepresión producida sobre los elementos de una instalación (tuberías, válvulas, etc.) ante cualquier modificación de la velocidad de circulación del agua (Soriano Rull, 2008 pág. 36).

Presión: Magnitud física que expresa la fuerza ejercida por un cuerpo sobre la unidad de superficie y cuya unidad en el sistema internacional es el pascal (Diccionario de la Real Academia Española, 2016).

Tubería: Conducto formado de tubos por donde se lleva el agua, los gases combustibles, etc. (Diccionario de la Real Academia Española, 2016).

Tubería de impulsión: Tubería cuyo medio se conduce el agua o desagüe desde un equipo de bombeo (Diccionario de la Real Academia Española, 2016).

Vulnerabilidad: características de una persona o grupo desde el punto de vista de su capacidad para anticipar, sobrevivir, resistir y recuperarse del impacto de una amenaza natural (Blaikie, y otros, 1996 pág. 30).

Vulnerabilidad estructural: Se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento que lo mantiene en pie ante un sismo intenso (OMS, 2000 pág. 27).

Zona de presión: Red de tuberías de agua que tiene en común una línea gradiente hidráulica estática. Cada zona es separada de otras por válvulas de cierre, válvulas reguladoras de presión, estaciones de bombeo y reservorios (Diccionario de la Real Academia Española, 2016).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿Cómo determinar la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017?

1.4.2. Problemas específicos

¿De qué manera interviene la vulnerabilidad física en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017?

¿En qué forma interviene la vulnerabilidad funcional en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017?

¿Cuál será el plan de mitigación de la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017?

1.5. Justificación del estudio

La investigación sobre la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017 se justifica en cuanto:

Técnica: Contribuir a la solución de la problemática respecto al mantenimiento de los sistemas de impulsión para un buen funcionamiento.

Económico: Es factible ya que se aprovecha el agua del subsuelo lo cual resulta más económica; por ende se ahorraría, siempre y cuando se utilice de la mejor manera y se aproveche racionalmente, aunque en ciertos casos de

sobreexplotación del agua podría generar muchos gastos como por ejemplo la energía eléctrica.

Social: Mediante el desarrollo de este proyecto se pretende evitar los problemas de abastecimiento ya que a veces no se cuenta con el servicio de agua potable, en cambio con el sistema de impulsión se puede garantizar un buen servicio de esa manera aprovechar el agua del mismo subsuelo dependiendo del nivel freático.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La vulnerabilidad sísmica dispone en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.

1.6.2. Hipótesis específicas

Es favorable la intervención de la vulnerabilidad física en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.

La vulnerabilidad funcional interviene en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.

El plan de mitigación reduce la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Determinar la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.

1.7.2.Objetivosespecíficos.

Evaluar la intervención de la vulnerabilidad física en el sistema impulsión de agua potable del distrito de Puente Piedra en el 2017.

Analizar la intervención de la vulnerabilidad funcional en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.

Proponer un plan de mitigación de la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.

II.METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación

2.1.1. Método

(Suárez Pérez, y otros, 2004 pág. 1) Sostiene que “La investigación científica es un proceso controlado, sistemático, empírico y crítico sobre las presuntas relaciones entre fenómenos naturales”.

El presente trabajo de investigación es el **método científico**, porque se basa en fenómenos observables de la realidad, como son los efectos que trae consigo un sismo.

2.1.2. Tipo de estudio

Como lo determina (Cegarra Sánchez, 2004 pág. 42) que la investigación aplicada abarca conocimientos científicos nuevos o que tiene por finalidad descubrir.

El presente trabajo de investigación es **aplicada**, porque se hará uso de los conocimientos teóricos de la variable vulnerabilidad sísmica y sistema de impulsión de agua potable para dar una posible solución a la realidad problemática.

2.1.3. Nivel de estudio

(Naghi Namakforoosh, 2005 pág. 91) Manifiesta que la; “investigación descriptiva es una forma de estudio para saber quién, dónde, cuándo, cómo y porqué del sujeto del estudio”.

Por ello el presente trabajo es una investigación de tipo **descriptivo**, porque se describirá el comportamiento de las variables: sistema de impulsión de agua potable y vulnerabilidad sísmica, con la finalidad de conocer las características de las variables y las dimensiones que forman parte de ellas.

2.1.4. Diseño de investigación

(Ortiz Uribe, 2004 pág. 94) Define que: “En la investigación no experimental se observan fenómenos tal y como se presentan en su contexto, de los cuales se obtiene datos y después se analizan”.

Para la ejecución de esta investigación se llevara a cabo utilizado el **diseño no experimental**, porque no se manipula intencionalmente las variables, en este caso la variable independiente.

2.2. Variables y Operacionalización

2.2.1. Variables

V1: Sistema de impulsión de agua potable

V2: Vulnerabilidad sísmica

2.2.2. Operacionalización de variables

Tabla 2. 1.-Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sistema de impulsión	“Es el tramo de tuberías destinada a conducir los caudales desde la obra de captación hasta el depósito regulador o la planta de tratamiento” (ARQHYS.com,2016)	Para la evaluación de los sistemas de impulsión se empleó la ficha técnica e información obtenida de SEDAPAL.	Caudales de diseño	Caudal medio diario
				Caudal máximo diario
				Caudal máximo horario
			Presiones de servicio	Máximo
				Normal
				Mínimo
Vulnerabilidad sísmica	“consiste en definir su naturaleza y alcance, lo cual está condicionado por varios factores ,[...]y los datos relacionados con los daños observados durante sismos que han afectado la zona de interés”(Bonett Diaz,2003 pág.10)	La vulnerabilidad sísmica se evaluó de la información obtenida de las entidades de SEDAPAL y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Vulnerabilidad	Máximos
				Mínimos
			Plan de mitigación	Física
				Funcional
				Prevención
				Mitigación
			Plan de emergencia	Preparación
				Respuesta
				Después del desastre

Fuente.- Elaboración propia

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

(Vargas Sabadías, 1995 págs. 33-34) Indica que la población “representa al conjunto de elementos que van a ser observados en la realización de un experimento”.

En esta investigación la población está conformada por los **47** sistemas de impulsión de agua potable del distrito de Puente Piedra.

Tabla 2. 2.-Estaciones Bombeo de Agua Potable en el distrito de puente Piedra

Ítem	Estaciones de bombeo		Capacidad de bombeo Q(l/s)	Ubicación
	Nº	Nombre		
1	286	P. Piedra 1	20	Puente Piedra
2	297	P. Piedra 2	23	Puente Piedra
3	298	P. Piedra 3	47	Puente Piedra
4	299	P. Piedra 4	66	Puente Piedra
5	446	Zapallal 1	50	Puente Piedra
6	447	Zapallal 2	50	Puente Piedra
7	473	LadrsChillón	23	Puente Piedra
8	555	Pte Piedra Nº 1	26	Puente Piedra
9	556	Pte Piedra Nº 2	9	Puente Piedra
10	557	Pte Piedra Nº 3	13	Puente Piedra
11	559	Pte Piedra Nº 5	20	Puente Piedra
12	560	Pte Piedra Nº 6	23	Puente Piedra
13	561	Pte Piedra Nº 10	13	Puente Piedra
14	596	Pte Piedra Nº 7	13	Puente Piedra
15	597	Pte Piedra Nº 8	17	Puente Piedra
16	598	Pte Piedra Nº 9	17	Puente Piedra
17	667	Rosa Luz 2	66	Puente Piedra
18	710	Fdo Copacabana 1	33	Puente Piedra
19	711	Fdo Copacabana 2	57	Puente Piedra
20	712	Fdo Copacabana 3	53	Puente Piedra
21	743	Hda San Lorenzo C-5	13	Puente Piedra
22	744	Hda San Lorenzo C-10	20	Puente Piedra
23	778	Los Cedros PP1	43	Puente Piedra
24	779	Los Cedros PP2	50	Puente Piedra
25	799	La Ensenada PP-1	20	Puente Piedra
26	800	La Ensenada PP-2	17	Puente Piedra
27	801	Los Naranjitos PP-7	12	Puente Piedra
28	802	La Grama P-11	10	Puente Piedra

29	804	Kumamoto PP-9	40	Puente Piedra
30	805	Kumamoto PP-10	45	Puente Piedra
31	806	Kumamoto PP-11	45	Puente Piedra
32	835	Los Sureños P-6 (Ca-3)	53	Puente Piedra
33	836	La Ensenada D P-12 (Ca-6)	30	Puente Piedra
34	837	La Ensenada C P-5 (Ca-7)	47	Puente Piedra
35	838	Jerusalén C-8 (Ca-9)	30	Puente Piedra
36	839	Jerusalén C-11 (Ca-10)	23	Puente Piedra
37	840	Puente Piedra P-8 (Ca-16)	23	Puente Piedra
38	841	Zapallal C-6 (Sust. P653)	33	Puente Piedra
39	845	La Ensenada B P-3 (Ca-01)	23	Puente Piedra
40	846	La Ensenada B P-4 (Ca-02)	30	Puente Piedra
41	847	La Ensenada C P-13 (Ca-08)	23	Puente Piedra
42	848	La Ensenada A P-1 (Ca-11)	16	Puente Piedra
43	849	La Ensenada A P-2 (Ca-12)	33	Puente Piedra
44	850	Pachacutec P-8	24	Puente Piedra
45	851	Pachacutec P-12	17	Puente Piedra
46	852	Pachacutec P-13	57	Puente Piedra
47	P1	Proy. Chillón	18	Puente Piedra

Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Muestra

(Salkind , 1999 pág. 33) Define que “una muestra sólo es representativa de una parte de la población pero se utiliza para generalizar acerca de la población”.

Por ello la muestra viene hacer una parte del total de la población, en la cual se aplicara un muestreo no probabilístico.

Por consiguiente la muestra para evaluar está conformada por los **02** sistemas de impulsión del distrito de Puente piedra, según la tabla 2.1.

2.3.3. Muestreo

La técnica empleada del muestreo no probabilístico del muestreo que se empleo es el intencional que se seleccionará directa e intencionalmente el grupo de la población, de acuerdo al criterio de la investigación.

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

(Rojas soriano, 2002 pág. 178)Sostiene que la técnica, es un conjunto de reglas, operaciones específicos que guían la construcción y el manejo de los instrumentos de recolección y análisis de datos.

De lo que se puede deducir que la técnica de investigación sirve para auxiliar al investigador en la aplicación de los métodos de la ciencia.

Por consiguiente para la realización del proyecto de investigación se empleóla observación y el análisis de documentos.

- **Observación directa**

(Klaus Heinemann, 2003 pág. 135)El termino observación” no se refiere, pues, a las formas de percepción sino a las técnicas de captación sistemática, controlada y estructurada de los aspectos de un acontecimiento que son relevantes para el tema de estudio y para las suposiciones teóricas en que este se basa.

Se realizó la visita a los dos sistemas de impulsión de agua potable del distrito de Puente Piedra, con la finalidad de identificar el estado en que se encuentran.

2.4.2. Instrumentos de investigación

(Rojas Soriano, 1991 pág. 204) Los instrumentos de investigación deben proporcionar información que puede ser procesada y analizada sin mayores dificultades. De igual manera tiene que preverse su presentación, así como las técnicas estadísticas que van a emplearse.

Para el desarrollo del proyecto de investigación se empleó como instrumento de investigación la Ficha técnica.

2.4.3. Validez

(Hernández Sampieri , 2014 pág. 200)Indica que la validez se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir.

El instrumento que se empleó fuevalidado por tres especialistas en el área de Obras hidráulicas y Saneamiento.

El análisis de validez alcanzo 0.85 el cual según Hernández Sampieri (2014) es una validez elevada (figura 2.1).

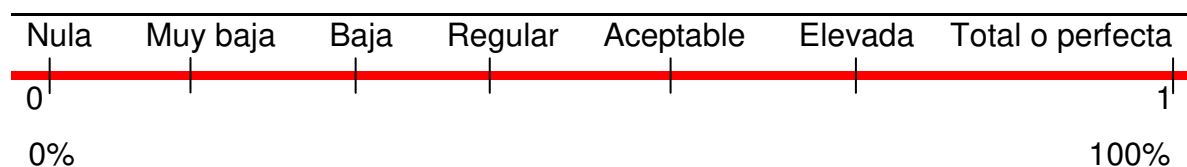


Figura 2. 1.-Instrumento de validez

Validez	PacchaHuamani	Castro Villegas	Padilla Pichen	Promedio
Variable 1 Sistema de impulsión de agua potable.	0.85	0.85	0.90	0.87
Variable 2 Vulnerabilidad Sísmica	0.85	0.90	0.85	0.87
Índice de validez				0.87

2.4.4. Confiabilidad

De acuerdo a(Montenegro Díaz, y otros, 2005) la confiabilidad es definida frecuentemente como la probabilidad de que un sistema o componente desarrolle sus funciones bajo condiciones de operación, por un período específico de tiempo.

Pero en el presente trabajo de investigación no se realizó la confiabilidad debido a que se emplea la ficha técnica para la recopilación de datos en campo.

2.4.4. Métodos de análisis de datos

Según (Muñoz Razo, 1998 pág. 84) se trata de la selección del método, o los métodos, de análisis a aplicar durante el desarrollo de la investigación.

Por ello con el fin de reunir los criterios adecuados en la investigación de los sistemas de impulsión en el distrito de Puente Piedra, se realizó la recopilación de la información y los trabajos realizados en campo.

III. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio

El distrito de Puente Piedra se encuentra ubicado en el Cono Norte de Lima Metro una Altitud de 200 msnm, Latitud Sur 11°50'47" y Longitud Oeste 77°06'21", con una extensión total de 71.18km², teniendo como límites:

- Por el Norte: Ancón y Santa Rosa.
- Por el Oeste: Ventanilla.
- Por el Este: Carabayllo y Comas.


La temperatura del distrito tienes las características de los climas de la región central: templada con humedad en invierno y una temperatura no mayor a 28° C en verano. Los vientos predominantes provienen del Sur-Este.



Fuente: Google Earth

Figura 3. 1.-Distrito de Puente Piedra, Sector 384 – Zona de estudio

3.2. Recopilación de información

 FICHA TECNICA																																																																								
Proyecto:	VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS DE IMPULSION DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA EN EL 2017																																																																							
Autora:	LUZ MARY ENCARNACIÓN VARILLAS																																																																							
I.- INFORMACIÓN GENERAL																																																																								
Ubicación:				Clima:																																																																				
Distrito:	PUENTE PIEDRA	Provincia:	Lima	Departamento:	Lima																																																																			
Latitud:	11°57'47"	Longitud:	77°06'21"	Altitud:	200 m.s.n.m.																																																																			
VARIABLE 1																																																																								
CARACTERISTICAS DEL SUELO																																																																								
zona de estudio:																																																																								
suelo:	CL(Arcilla inorganica de baja plasticidad con arena)		zona de estudio:																																																																					
clima:			SECTOR 384																																																																					
CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS POZOS																																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">NOMBRE DEL POZO</th> <th>Rosa Luz 2</th> <th>Los Sureños P-6 (Ca-3)</th> <th>P. PIEDRA 03</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Nº DEL POZO</td> <td>667</td> <td>835</td> <td>298</td> </tr> <tr> <td colspan="3">AÑO DE CONSTRUCCION</td> <td></td> <td></td> <td>1980</td> </tr> <tr> <td colspan="3">COTA DE TERRENO(m.s.n.m)</td> <td>167.70</td> <td></td> <td>188.50</td> </tr> <tr> <td colspan="3">PERFORACIÓN(M)</td> <td>95.00</td> <td></td> <td>74.70</td> </tr> <tr> <td colspan="3">EQUIPO DE BOMBEO</td> <td colspan="2">MOTOR MARCA PERKINS CON 90HP Y BOMBA MARCAPLEU-6 TIPO S(SUMERGIBLE)</td> <td>MOTOR MARCA U.S. ELECTRICAL MOTORS CON 125HP Y BOMBA MARCA BJ TIPO TV(TUVULAR VERTICAL)</td> </tr> <tr> <td colspan="3" rowspan="4">NIVELES DE AGUA Y CAUDAL</td> <td colspan="2">FECHA</td> <td>18/09/2003</td> </tr> <tr> <td colspan="2">CAUDAL</td> <td>40 l/s</td> </tr> <tr> <td>NIVEL ESTATICO</td> <td>PROF(m)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>NIVEL DINAMICO</td> <td>PROF(m)</td> <td>10.70</td> </tr> <tr> <td colspan="3" rowspan="4">EXPLOTACIÓN</td> <td colspan="2">h/d</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td colspan="2">d/s</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td colspan="2">m/s</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td colspan="2">VOLUMEN</td> <td>m3/año</td> <td>893520.00</td> </tr> </tbody> </table>						NOMBRE DEL POZO			Rosa Luz 2	Los Sureños P-6 (Ca-3)	P. PIEDRA 03	Nº DEL POZO			667	835	298	AÑO DE CONSTRUCCION					1980	COTA DE TERRENO(m.s.n.m)			167.70		188.50	PERFORACIÓN(M)			95.00		74.70	EQUIPO DE BOMBEO			MOTOR MARCA PERKINS CON 90HP Y BOMBA MARCAPLEU-6 TIPO S(SUMERGIBLE)		MOTOR MARCA U.S. ELECTRICAL MOTORS CON 125HP Y BOMBA MARCA BJ TIPO TV(TUVULAR VERTICAL)	NIVELES DE AGUA Y CAUDAL			FECHA		18/09/2003	CAUDAL		40 l/s	NIVEL ESTATICO	PROF(m)		NIVEL DINAMICO	PROF(m)	10.70	EXPLOTACIÓN			h/d		6	d/s		7	m/s		12	VOLUMEN		m3/año	893520.00
NOMBRE DEL POZO			Rosa Luz 2	Los Sureños P-6 (Ca-3)	P. PIEDRA 03																																																																			
Nº DEL POZO			667	835	298																																																																			
AÑO DE CONSTRUCCION					1980																																																																			
COTA DE TERRENO(m.s.n.m)			167.70		188.50																																																																			
PERFORACIÓN(M)			95.00		74.70																																																																			
EQUIPO DE BOMBEO			MOTOR MARCA PERKINS CON 90HP Y BOMBA MARCAPLEU-6 TIPO S(SUMERGIBLE)		MOTOR MARCA U.S. ELECTRICAL MOTORS CON 125HP Y BOMBA MARCA BJ TIPO TV(TUVULAR VERTICAL)																																																																			
NIVELES DE AGUA Y CAUDAL			FECHA		18/09/2003																																																																			
			CAUDAL		40 l/s																																																																			
			NIVEL ESTATICO	PROF(m)																																																																				
			NIVEL DINAMICO	PROF(m)	10.70																																																																			
EXPLOTACIÓN			h/d		6																																																																			
			d/s		7																																																																			
			m/s		12																																																																			
			VOLUMEN		m3/año	893520.00																																																																		
SISTEMAS DE IMPULSION																																																																								
TIPO DE TUBERIA		PVC, ASBESTO CEMENTO Y HIERRO DUCTIL		PVC, ASBESTO CEMENTO Y HIERRO DUCTIL																																																																				
DIAMETRO																																																																								
LONGITUD																																																																								
VARIABLE 2																																																																								
MICROZONIFICACION SISMICA																																																																								
ZONA I		GRAVA DE ORIGEN ALUVIAL Y COLUVIAL CON ARENAS SUPERFICIALES Y/O AFLORAMIENTO ROCOSO. PERIODO DE 0.1S A 0.5S.																																																																						
ZONA II		SUELOS GRANULARES FINOS Y SUELOS ARCILLOSOS, DE COMPACIDAD MEDIA A DENSA. PERIODOS DE 0.2S A 0.3S.																																																																						
ZONA III		SUELOS FINOS Y SUELOS ARCILLOSOS DE CONSISTENCIA MEDIA RIGIDA. PERIODOS DE 0.4S.																																																																						
ZONA IV		CANTERAS, DENUNCIOS MINEROS Y TALUDES DE FUERTE PENDIENTE CON POTECIAL PELIGRO DE DESLIZAMIENTO, DERRUMBES Y CAIDA DE ROCA.																																																																						
ZONA V		RELLENO DE DESMOTE Y/O BASURA UBICADOS																																																																						

Fuente: Elaboración propia

Pozo N° 667 (Rosa Luz 2)

Se encuentra a la altura del Km 28 de la Panamericana Norte con una altitud 167.70 m.s.n.m, latitud Sur 11° 52'56,28" y Longitud Oeste 77° 04'8,68", con una perforación de 95m, con un caudal que varía entre los 66 y 40 /s. Distribuye directamente a la población del sector 384 del distrito de Puente piedra.



Figura 3. 2.-Pozo 667

Pozo N° 835 (Los sureños p -6)

Se encuentra a la altura del Km 27 ½ de la Panamericana Norte, calle 3 de la Asoc. Los Sureños. Con una altitud de 166 m.s.n.m, Latitud Sur 11° 53' 9,64" y Longitud Oeste 77° 04 ' 8,39", con un caudal aproximada de 53 l/s. De la misma manera que el Pozo N° 667 distribuye a la población del sector 384 del distrito de Puente Piedra.



Figura 3. 3.-Pozo 835

Tabla 3. 1.-Tipos de tubería de agua potable en el distrito de Puente Piedra

Material	Tipos de Diámetros	Diámetro (mm)	Diámetro + Frecuente	Long. Total (m)	Long. Total (km)	%
Asbesto- Cemento	10	50-400	100	78672.97	78.67	15.7%
PVC	15	25-500	110	361997.05	362.00	72.4%
Concreto Pretensado	1	600	600	6273.12	6.27	1.3%
Fierro Fundido	1	300	300	68.50	0.07	0.0%
Hierro Ductil	16	80-1000	500	53176.84	53.18	10.6%
Longitud total=				500188.48	500.19	

Fuente: CISMID – Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

La distribución de los tipos de tubería de agua potable que hay en el distrito de Puente Piedra se puede observar en el Anexo 7.5.1 y los tipos de tubería en la Zona 384 en se observa en la tabla 3.7.

• Trabajo en campo

Calicata 01, 02 y 03: Con la finalidad de determinar el perfil de suelos de la zona de estudio, se extrajo las muestras a 1.00m de profundidad para el posterior ensayo de laboratorio para determinar sus propiedades mecánicas del suelo.



Figura 3. 4.- el estudio respectivo de M-1



Figura 3. 5. Muestra 02



Figura 3. 6. Muestra 03

Se tomó muestras alteradas; es decir aquella muestra en la cual se altera su estructura interna del suelo que sirve para realizar los ensayos de clasificación y de identificación de los suelos.

- **Ensayos de Laboratorio**

Para la investigación se realizó el ensayo de laboratorio de mecánica de suelos con la finalidad de poder identificar el tipo de suelo.

Tabla 3. 2.-Ensayos realizados en laboratorio

Tipo de ensayo	Norma
Análisis granulométrico por tamizado.	ASTM D 422
Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad.	ASTM D 4318

Fuente: Elaboración propia

Después de realizar el análisis de granulometría por tamizado, se pudo clasificar el tipo de suelo de acuerdo al sistema AASHTO y SUCS .

Los límites de consistencia obtenidos en laboratorio permiten identificar el índice de grupo para poder realizar una clasificación correcta el tipo de suelo – AASHTO D4318 (Tabla 3.4).

Tabla 3. 3.Límites de consistencia (Límites de Atterberg)

Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad
27,50%	19,86%	7,64%

Fuente: Laboratorio de suelos y Pavimentos – universidad Nacional Federico Villarreal.

3.3. Aplicación de métodos de análisis.

3.3.1. Evaluación de la vulnerabilidad física en el sistema de impulsión de agua potable.

Para evaluar la vulnerabilidad física del sistema se tiene que partir con el estudio de suelo para determinar el tipo de material sobre el cual se asienta la línea de impulsión.

Según el plano 7.5.2 de CISMID la zona II materia de estudio está clasificada como suelos granulares finos y suelos arcillosos, de compactación media y periodos de. 0,2s y 0,3s.

Tomando en cuenta las condiciones del lugar se ha realizado tres calicatas cuyas características del suelo fueron evaluadas en el laboratorio de la Universidad Nacional Federico Villarreal, Facultad de ingeniería civil dando como resultado el tipo de suelo según SUCS, CL (Arcilla inorgánica de baja plasticidad con arena).

Tabla 3. 4. Resumen de los resultados del laboratorio según SUSCS.

Profundidad(m)	Muestra	SUCS	Observación
0.00 – 1.00	M-1 M-2 M-3	CL	Arcilla inorgánica de baja plasticidad con arena.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos y pavimentación – Universidad Nacional Federico Villarreal.

Con los resultados de la tabla 3.6 se corrobora lo manifestado por el CISMID.

Estos suelos según el antecedente de los estudios realizados por el CISMID son tipificados de acuerdo al tipo de material de tubería que predomina en los sistemas de impulsión del sector 384 del distrito de Puente Piedra, tabla 3.1 y anexo 7.5.4.

Los certificados de laboratorio se encuentran en el anexo 7y los resultados de la clasificación de suelos de acuerdo a los muestreos obtenidos si son de acuerdo a los estudios realizados por el CISMID.

3.3.2. Análisis de la vulnerabilidad funcional en sistema de impulsión de agua potable

Analizar el funcionamiento del sistema con las diferentes teorías que hay para poder analizar la vulnerabilidad de un sistema de impulsión de agua potable.

Según los estudios realizados por el CISMID para la estimación de la tasa de daños en las tuberías de distribución de agua fue estimado utilizando el método propuesto en la universidad de Chiba Japón por los profesores Muruyama e Yamazaki. Considerando tal método se evaluó el número de roturas por kilómetro de tubería como se puede ver en la Tabla.

Tabla 3. 5. Tipo de tuberías en el sistema de impulsión del sector 384- Puente Piedra

Material	diámetro (mm)	Longitud total (m)	Longitud Total (km)	%
Asbesto Cemento	200	296,78	0,30	10,28%
Asbesto Cemento	250	1764,4	1,76	61,10%
PVC	250	402,48	0,40	13,94%
Hierro dúctil	250	18,6	0,02	0,64%
Hierro dúctil	200	405,23	0,41	14,03%
Longitud total		2887,49	2,89	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 3.7 Se puede apreciar que en la línea de impulsión el tipo de material más predominante es el Asbesto Cemento de 250 mm de diámetro representando un 61.10 % de Longitud del total del sistema.

Tabla 3. 6. Rotura de tubería por km con velocidad de 30cm/s.

Tubería	diámetro (mm)	Longitud Total (km)	PromRotxkm	Rot Total X km
Asbesto Cemento	200	0,30	0,08	0,024
Asbesto Cemento	250	1,76	0,08	0,142
PVC	250	0,40	0,07	0,027
Hierro dúctil	250	0,02	0,07	0,001
Hierro dúctil	200	0,41	0,07	0,027

Fuente: Elaboración propia

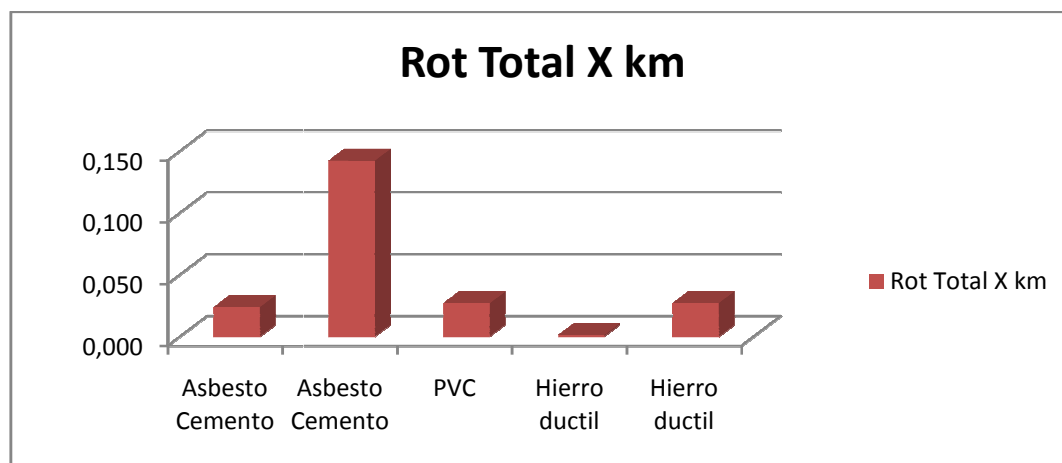


Figura 3. 7. Rot de tubería x Km con velocidad 30cm/s

Se aprecia en la tabla 3.6 y figura 3.7 que la tubería de Asbesto Cemento de diámetro 250mm, es el que mayor número de Roturas podría presentar debido a que es de mayor longitud.

Tabla 3. 7. Rotura de tubería por km con velocidad de 50 cm/s

Tubería	diámetro (mm)	Longitud Total (km)	PromRotxkm	N Rot Total X km
Asbesto Cemento	200	0,30	0,24	0,072
Asbesto Cemento	250	1,76	0,24	0,429
PVC	250	0,40	0,20	0,081
Hierro dúctil	250	0,02	0,20	0,004
Hierro dúctil	200	0,41	0,20	0,082

Fuente: Elaboración propia.

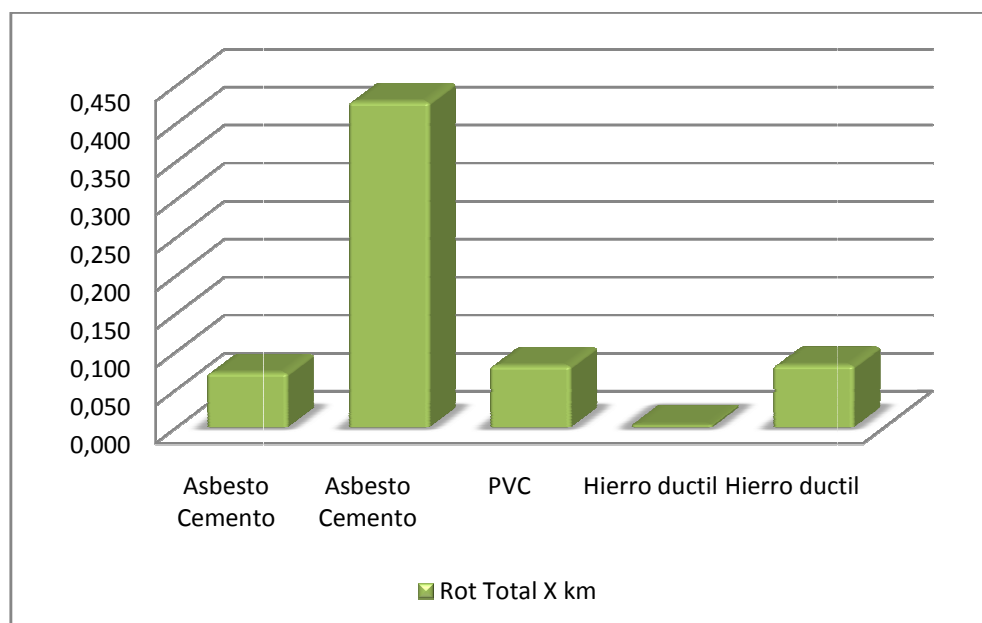


Figura 3. 8. Rot x km con velocidad de 50cm/s.

En la Tabla 3.7 y figura 3.8 se puede observar que la tubería de tipo asbesto cemento de diámetro de 250mm es el que tiene el mayor número de rupturas de tubería de 0.43 por km,

Tabla 3. 8. Número de Roturas de tubería por km con velocidad de 70cm/s.

Tubería	diámetro (mm)	Longitud Total (km)	PromRotxkm	N Rot Total X km
Asbesto Cemento	200	0,30	0,44	0,130
Asbesto Cemento	250	1,76	0,44	0,771
PVC	250	0,40	0,36	0,147
Hierro dúctil	250	0,02	0,36	0,007
Hierro dúctil	200	0,41	0,36	0,148

Fuente elaboración propia.

En la tabla 3.8 se pudo demostrar que cuanto mayor es la velocidad que se lo estima, sufrirá mayores roturas la tubería, ya que influye el material, el diámetro, la longitud de a tubería, sin dejar de lado el tipo de suelo.

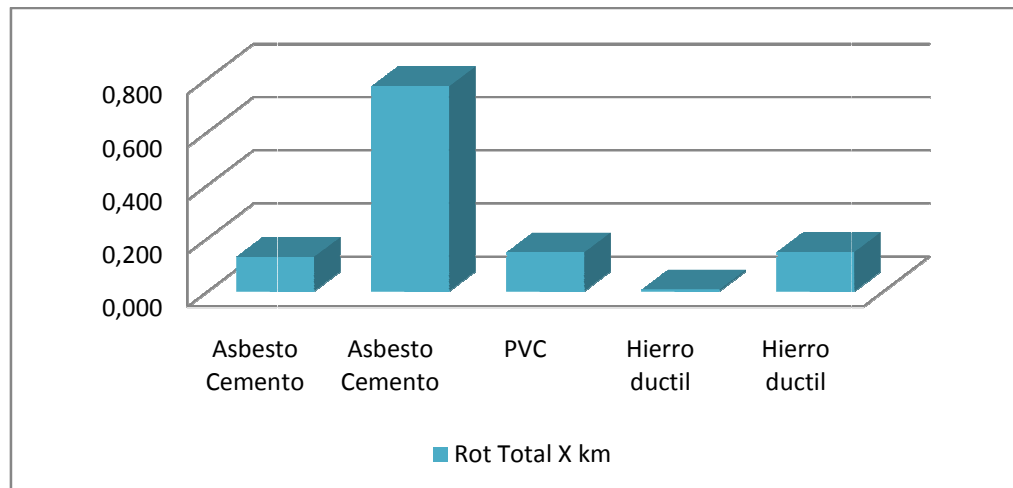


Figura 3. 9. Núm. de roturas por km con velocidad de 70cm/s.

3.3.3. Planteamiento del plan de mitigación de la vulnerabilidad sísmica en los sistemas de impulsión de agua potable

De acuerdo a la zonificación sísmica la zona de estudio es vulnerable ante un evento sísmico, como se puede apreciar en el anexo 7.5.5 y anexo 7.5.6 por lo cual el plan de mitigación sería darle un plan de mantenimiento al sistema de impulsión, teniendo en cuenta las zonas más afectadas que podrían sufrir ante un evento sísmico como se puede apreciar en el anexo 7.5.8.

La evaluación del estado actual de los sistemas de acuerdo a las uniones que presentan en la tubería del tipo Asbesto cemento es el que se vería más afectado por que no tiene una mayor resistencia.

3.3.4. Determinación de la vulnerabilidad sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable

De acuerdo a los resultados de los estudios de suelo, del comportamiento de los componentes del sistema ante un evento sísmico y de la zonificación sísmica

Para cada sistema de impulsión se identificó sus componentes en forma separada a efecto de poder evaluarlos posteriormente los daños ocasionados al mismo por un posible sismo u otro posible desastre. La tabla 3.5 ilustra una forma general de desglosar el sistema de impulsión en sus componentes.

Tabla 3. 9. Número de roturas de tubería por km.

TIPO	Rot Total X km		
	V(30cm/s)	V(50 cm/s)	V(70 cm/s)
Asbesto Cemento	0,0240	0,07208	0,1297
Asbesto Cemento	0,1424	0,42856	0,7712
PVC	0,0271	0,08147	0,1466
Hierro dúctil	0,0013	0,00376	0,0068
Hierro dúctil	0,0273	0,08202	0,1476

Fuente: Elaboración propia.

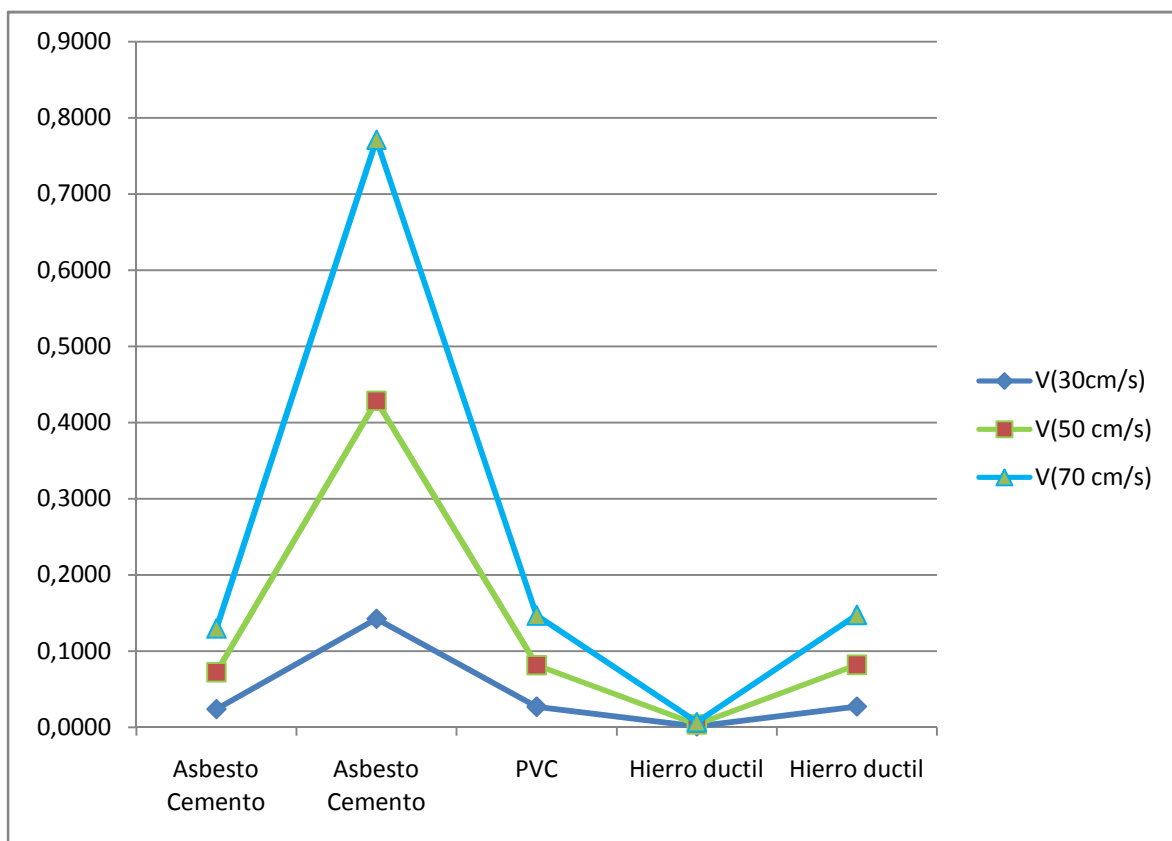


Figura 3. 10. Número de roturas de tubería por kilómetro.

Tabla 3. 10.componentes de sistema de impulsión y matriz de identificación de daños.

Desastres Componentes del sistema	Terremoto	Huracán	Inundación
<u>Pozo 835</u> Material con columnas y techo de concreto, con motor de 90HP y bomba tipo sumergible, que se encuentran operativos. <u>Línea de impulsión:</u> Tubería de hierro dúctil de con diámetro de 250 mm (18.60m) y con diámetro de 200mm de 40.23m de longitud enterrado	x		X
<u>Pozo 667</u> Concreto armado, con bomba tipo tubular vertical, se encuentra actualmente operativo. <u>Línea de impulsión:</u> Tubería de material hierro dúctil, Asbesto Cemento y PVC enterado.	X	X	X
	x	x	X

Fuente: Adaptado del manual ante desastres (OPS).

En la tabla se puede observar que todo el sistema de impulsión de agua potable es muy vulnerable a los sismos.

IV.DISCUSIONES

Primera

Según los estudios realizados por el CISMID en el 2011, los tipos de tubería por material que existe en el distrito de Puente Piedra, se obtuvo como resultado que el 72.4% de las tuberías son de PVC siendo las más usadas en las líneas de conducción, por otra parte el 15.7% son de asbesto cemento y finalmente el 10.6% es de hierro dúctil como se puede observar en la tabla 3.1.

Por lo cual se pudo corroborar en campo y en gabinete que efectivamente las tuberías de material tipo PVC es lo que predomina en la zona de estudio, pero también hay tuberías de tipo Hierro dúctil que está en conexión desde el pozo 835 y pozo 667 al reservorio que se encuentra por la zona de Santa Rosa, y es esa parte del sistema de impulsión que se vería afectado ante un efecto sísmico, debido a que el tipo suelo es arcilla de baja plasticidad con arena.

Como lo demuestra en sus estudios (Salinas Castro, y otros, 2010) que la vulnerabilidad al que están expuestos los sistemas de captación ante un desastre natural una de las causas es por el tipo de suelo o entre otras cosas.

Segundo

Alcántara Toribio en el 2013 según los estudios que realizo después del terremoto en pisco pudo determinar que las estaciones de bombeo con accesorios de hierro fundido sufren daños por la rotura del hierro fundido, así como también que las redes de distribución con tuberías de asbesto cemento o hierro fundido, son los que sufren mayores daños que las tuberías de polivinilo de cloruro (Figura 4.1)

Por otra parte el CISMID en el 2011 considerando la metodología planteada por los investigadores japoneses, emplearon las curvas de Yamazaki e Isoyamadonde se pudo determinar que en caso de un evento severo 35 locaciones con tuberías de asbesto cemento sufrirían roturas, mientras que 186 locaciones en tuberías de PVC con roturas y 13 locaciones sufrirían roturas en tuberías de hierro dúctil.

Con el aporte de Alcántara Toribio y lo estudios realizados por el CISMID se puede corroborar con los resultados obtenidos que las condiciones del suelo con altas velocidades y aceleraciones producen movimientos sumamente severos, ocasionando roturas en las tuberías.

Tabla 3. 7.-Respuestas de las tuberías frente a un evento sísmico en el distrito de Puente Piedra.

Tubería	Long. Total (km)	Yamazaki	Yamazaki	Isoyama	Isoyama
		PromRotu x Km	Num Roturas totales	PromRotu x Km	Num Roturas Totales
Asbesto-Cemento	78.67	0.416	33	0.441	35
PVC	362.00	0.510	184	0.514	186
Concreto Pretensado	6.27	0.236	1	0.173	1
Fierro Fundido	0.07	0.407	0	0.259	0
Hierro Dúctil	53.18	0.238	13	0.174	9

Fuente: CISMID . Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

Tercera

Según los estudios realizados por Alcántara Toribio sobre el plan para mitigar la vulnerabilidad antes un evento sísmico (tabla 4.1) planteo algunas recomendaciones si alguno de los componentes sufre algún daño.(Figura 4.2).

Con los cálculos realizados sobre número de roturas que podría sufrir las tuberías teniendo en cuenta el material, diámetro, topografía y licuefacción, toda vez que después de realizar el diagnostico de las roturas con mayor presión se pudo corroborar que el sistema podría colapsar ante un sismo severo, como podría preciar en los planos generados (anexo 7.5.8).

Tabla 4.1. Daños más comunes ocasionados por sismo en los sistemas de agua y saneamiento.

Componente	Daños más comunes	Causa Del problema
Galerías filtrantes	Grietas en las paredes de la cámara de inspección.	Deformación permanente del suelo, fuerzas horizontales que causan flexo compresión a la cámara.
Pozos	Pérdida de verticalidad. Arenamiento.	Suelos arenosos y saturados ingreso de arena producto de la vibración del suelo y desestabilización del filtro.
Tuberías	Rotura. Desprendimiento unión espiga campana. Desprendimiento de unión soldado con pegamento. Deformación de la forma. Pérdida de alineamiento horizontal y vertical.	-Altas aceleraciones sísmicas. -Deformación permanente del suelo. -asentamiento diferencial del suelo. -por licuación y desplazamiento del suelo. -Baja ductibilidad del material de la tubería (CSN,AC,PVC). -Tipo de unión no adecuado para el tipo de suelo.
Reservorios	Rotura o deformación de las tuberías de entrada y salida del reservorio. Colapso y deterioro de reservorios elevados con soporte de vigas y columnas. Si sufren fisuras el ambiente húmedo corroe las varillas de acero y en poco tiempo quedan fuera de servicio.	Esfuerzos de corte por asentamiento diferenciales entre el suelo y el reservorio. Baja rigidez del sistema aporticado(vigas y columnas), concentración de momentos elevados en los nudos. Hacen fallar la estructura.

Fuente: Alcántara Toribio, Pág. 101.

Cuarta

Según los antecedentes citados y haber realizado los estudios desarrollados pueden corroborar que los sistemas de impulsión como una de las redes principales que abastece a la población no presentan un adecuado estudio correspondiente al análisis de la vulnerabilidad sísmica, teniendo en cuenta los factores de riesgo, el grado de vulnerabilidad y el impacto que podría resultar de todo ello.

Como lo plantea Salinas Castro mediante la tabla 4.1 sobre la evaluación de riesgo, donde el impacto en el riesgo es muy alto.

Tabla 4. 2.-Evaluación del riesgo

Factor de Riesgo	Grado de vulnerabilidad			Impacto en el riesgo
	Baja	Media	Alta	
Vulnerabilidad intrínseca		2		2
Vulnerabilidad Externa				
Exposición		2		2
Fragilidad		2		2
Estrategia de Resilencia			3	3
Peligro			3	3
Grado de Riesgo		6	6	12

Fuente: Salinas Castro (2010)

Por otra parte Alcatara Toribio plantea un plan de mitigación con algunas recomendaciones para los componentes del sistema de impulsión, a partir de los posibles daños que podría pasar.

Tabla 4. 3.Matriz de recomendación para los sistemas de agua potable

COMPONENTES		DAÑOS	RECOMENDACIONES
LINEAS DE CONDUCCION	Tuberías, uniones y válvulas	<p>.Rotura de tuberías por asentamiento del terreno o licuefacción.</p> <p>.Desempalme en las uniones por separación de la tubería.</p> <p>.Pérdida del alineamiento horizontal y vertical de la tubería.</p> <p>.Tubería con deformación por compresión pérdida de la esfericidad.</p> <p>.Mayor número de roturas con tubería material de Asbesto Cemento y concreto reforzado.</p>	<p>.En suelos inestables, blandos y saturados, las tuberías debe ser de material dúctil (HDPE o HD) lo suficiente que permita realizar quiebres, sea horizontal o vertical. Las uniones deben ser soldadas o bridadas.</p> <p>. Cuando las tuberías crucen suelos donde se ha determinado que las ondas sísmicas producen gran amplificaciones o son muy deformables durante su paso, utilizar las tuberías de mayor ductilidad, con uniones fijas o soldadas.</p> <p>.evitar cruzar suelos blandos saturados porque estos producen licuefacción y destruyen toda la línea.</p>
	Sistemas de Bombeo	<p>.Destrucción del tablero de control por caída.</p> <p>.Subestaciones eléctricas destruida por caída.</p> <p>.Equipos electromecánicas dañados.</p> <p>. Rotura de tuberías y accesorios.</p> <p>Bloques de anclaje y bases de línea de impulsión con fallas.</p>	<p>. Cada cierto tramo se debe considerar uniones tipo acople rápido o junta mecánica, con suficiente traslape de la tubería para absorber las vibraciones y el desplazamiento horizontal y vertical.</p> <p>.No usar accesorios de material hierro fundido sino material dúctil.</p> <p>.fijar los tableros electromecánicos a los muros con pernos anclaje.</p> <p>.Considerar grupo generador de energía que trabaje en caso de corte de energía.</p>

Fuente. Alcatara Toribio

V.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Primera

En este proyecto de investigación se busca que el sistema de impulsión reaccione de la mejor manera a los movimientos sísmicos, pero el tipo de suelo donde se encuentra ubicado el sistema más del 90% son de tipo arcilloso, por ende el sistemas se ve muy vulnerable y podría sufrir una ruptura en las tuberías en cualquier momento.

Segundo

Teniendo en cuenta las ubicaciones de cada sistema de impulsión se pudo determinar el estado en que se encuentran, y que si hay un evento sísmico las líneas de conducción domiciliaria dejarían solo de funcionar por precaución, ya que las tuberías que lo conforman son de PVC, pero la red de la línea de impulsión dejaría de funcionar ya que el 61.60% de las tuberías son de Asbesto Cemento y podría colapsar a una presión mayor.

Tercero

El plan de mitigación sería una de las medidas a tomar antes de que ocurra un siniestro, tomando en cuenta los posibles daños que podría ocurrir y más aun teniendo ubicado las zonas específicas en plano de riesgo sísmico señalando las zonas exactas donde podría fallar las tuberías.

Cuarta

Las líneas de impulsión están dentro del rango de vulnerabilidad ata como se pudo verificar mediante los números de roturas así como también no se encuentran en buen estado debido a que se encuentra algunas partes de las tuberías expuestas a la intemperie.

Quinta

Este trabajo de investigación pretende cubrir las deficiencias de estudios anteriores y buscando profundizar e temas no analizados, ni estudiados respecto a la vulnerabilidad de los sistemas de impulsión de agua potable del distrito de Puente Piedra, teniendo en cuenta los parámetros.

5.2. Recomendaciones

Primera

Es recomendable que el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, haga los estudios correspondientes para ver el tipo de suelo que hay, periódicamente y centrarse un poco más en los sistemas de impulsión de agua potable porque el agua es un elemento vital para el ser humano y así prevenir y/o evitar lo ocurrido con el huaico en el mes de Marzo del presente año, en lo cual colapso el sistema de agua potable debido a la gran demanda de la población.

Segunda

Es aconsejable que SEDAPAL incorpore una base de datos de los tramos de tuberías que sufrirían roturas durante un evento sísmico o de otra naturaleza, ya que así sería posible identificar con mayor exactitud y si es necesario cambiar las tuberías de material vulnerable por tuberías que tenga mayor resistencia y ductilidad, que puedan soportar durante un sismo.

Tercera

Sería conveniente que el Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú (INDECI) junto de la mano con el Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmica y Mitigación de Desastres (CISMID) y SEDAPAL hagan estudios correspondientes en los sistemas de abastecimiento de agua potable para poder disminuir o mitigar de alguna manera el colapso del servicio en caso de un sismo severo.

Cuarta

Es recomendable que la municipalidad de Puente Piedra implemente en su base de datos la información de los sistemas de impulsión de agua potable que hay en el distrito y tener un croquis donde indique que zona más vulnerables ante un evento sísmico para tomar las precauciones necesarias antes y no después de que todo el sistema no funcione.

Quinta

Finalmente sería aconsejable que en la Norma OS.030 se considere los factores de corrección de acuerdo a la zona de estudio, el material, la topografía y la licuefacción para poder hacer un análisis correcta y con más exactitud sobre el análisis de vulnerabilidad sísmica, y verificar a qué velocidad es que podría fallar la tubería.

VI.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AKDOĞAN , TEVFİK. 2005.***DESIGN OF WATER DISTRIBUTION SYSTEM BY OPTIMIZATION USING.* 2005. <https://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12606082/index.pdf>.
- Alcántara Toribio, Marco Antonio. 2013.***Evaluación de los daños ocasionados en el sistema de abastecimiento de agua debido al terremoto del 15 de agosto de 2007 en la provincia de Pisco.* Lima- Perú : s.n., 2013.
- Alegría Mori, Jairo Ivan. 2013.***Ampliación y mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Bagua Grande.* Lima-Perú : UNI, 2013.
- Blaikie, Piers, y otros. 1996.***Vulnerabilidad: El entorno social, político y económico de los desastres.* Colombia : Tercer mundo editores, 1996. 958-601-664-1.
- Blondet, Marcial, y otros. 2004.***Seismic vulnerability of informal construccion dwellings in Lima, Peru: preliminary diagnosis.* Canada : s.n., 2004. http://www.iitk.ac.in/nicee/wcee/article/13_2122.pdf.
- Cáceres Huisacayna, Kathia Nátaly. 2016.***Bemeficios ambientales del contraol de pérdidas en un sistema convencional de tratamiento de agua potable.* Lima - Perú : PUCP, 2016.
- Cano Zamora, Wilfredo Antonio. 2006.***Análisis de vulnerabilidad del sistema de agua potable de Santa Catarina Pinula, Guatemala.* 2006.
- Cegarra Sánchez, José. 2004.***Metodología de la investigación científica y tecnológica.* Madrid - España : Díaz de santos, S.A., 2004.
- CEPES.***Población de diseño y demanda de agua.* www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/agua_potable/agua_potable3.pdf.
- Cromer, Alan. 2006.***Fisica en la ciencia y en la industria.* España : Reverté S.A., 2006. 84-291-4156-1.
- De la Lanza Espino, Guadalupe, y otros. 1999.***Diccionario de hidrología y ciencias afines.* s.l. : Plaza y Valdes, 1999.
- Diccionario de la Real Academia Española. 2016.***Real Academia Española.* [En línea] 10 de setiembre de 2016. www.rae.es/.
- Escolero Fuentes, Oscar, y otros. 2009.***Vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable de la ciudad de México en el contexto de cambio climático.* méxico : s.n., 2009.
- Fernández Reynoso , Demetrio, y otros.***Estimación de las demandas de consumo de agua.* México : SAGARPA.
- Garcia Trisolini, Eduardo. 2009.***Manual de proyectos de agua potable en poblaciones Rurales.* Lima : Fondo Perú - Alemania, 2009.

- Giner Caturla, José Juan y Molina Palacios, Sergio. 2001.***Sismicidad y riesgo sísmico en la C.A.V. España* : ECU, 2001. 84-8454-134-7.
- Hernández Sampieri , Roberto. 2014.***Metodología de la investigación*. México : Mc Graw Hill , 2014. 978-1-4562-2396-0.
- Hungr, O y Fell, B. 2005.***Landslide Risk Management: Proceedings of the International Conference on Landslide Risk Management*. Canada : London: Taylor & Francis, 2005. 041538043X 9780415380430.
- Inostroza Espejo, Rodrigo Cristián. 2011.***Análisis Técnico - económico de sistemas de elevación de aguas para edificios residenciales*. Santiago de Chile : Universidad de Chile, 2011.
- Klaus Heinemann. 2003.***Introducción a la metodología de la investigación empírica*. Barcelona : Paidotribo, 2003. 84-8019-678-5.
- Lorenzo Espitia, Miguel Ángel. 2012.***Proyecto mecánico de la estación de bombeo PB1 del acueducto Zapotillo - Altos de Jalisco- Leon, Mexico*. D.F. - México : UNAM, 2012.
- Montenegro Díaz, Alvaro Mauricio y Ortiz Pinilla, Jorge Eduardo. 2005.***Modelamiento Estadístico*. Bogotá - Colombia : Universidad Nacional De Colombia, 2005.
- Naghi Namakforoosh, Mohammad. 2005.***Metodología de la investigación*. México : Limusa, 2005. 968-18-5517-8.
- OMS. 2000.***Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de salud*. Washington : OPS, 2000. 92-75-32304-6.
- Ortiz Uribe, Frida Gisela. 2004.***Diccionario de metodología de la investigación científica*. México : Limusa, 2004. 968-18-6433-6.
- Palacios Castañeda, Natalia. 2010.***Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia, como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María auxiliadora de Caldas, Antioquia*. Colombia : Universidad de Antioquia, 2010.
- Pan American Health Organization. 2000.***Los desastres naturales y la protección de la salud*. Washington : OPS, 2000. 92-75-31575-2.
- Rojas Soriano, Raúl. 1991.***Guía para realizar investigaciones sociales*. México : Plaza y Valdes, 1991. 968-856-262-5.
- Rojas soriano, Raúl. 2002.***Investigación social teoría y praxis*. D.F. - México : Plaza y Valdés, S. A. de C.V., 2002. 968-856-130-4.
- Salazar Gámez, Lorena. 2012.***Diseño de plantas potabilizadoras*. Bogotá - Colombia : UNAD, 2012.
- . 2012.***Diseño de plantas potabilizadoras*. Bogotá - Colombia : UNAD, 2012.

- Salinas Castro, Vilma y Ventura Rosas, Maritza. 2010.***Riesgo y vulnerabilidad de la infraestructura de servicios de agua potable y saneamiento: caso proyecto mejoramiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Oxapampa.* Lima - Perú : UNI, 2010.
- Salkind , Neil. 1999.***Métodos de investigación* . México : PRENTICE HALL, 1999. 970-17-0234-4.
- SEDAPAL. 2004.***Especificación: Reglamento de elaboración de proyectos de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas de Lima metropolitana y callao.* Lima - Perú : SCAR, 2004.
- Sheldon M., Ross. 2007.***Introducción a la Estadística.* Barcelona-España : Reverté, S.A., 2007. 978-84-291-5039-1.
- Soriano Rull, Albert. 2008.***Instalaciones de Fontanería Domésticas y Comerciales.* Barcelona - España : UOC, 2008. 978-84-9788-715-1.
- Soriano Rull, Albert y Pancorbo Floristan, Francisco Javier. 2012.***Suministro, Distribución y Evacuación interna de agua sanitaria.* España : Marcombo, 2012.
- Sousa Oliveira, Carlos, Roca, Antoni y Goula, Xavier. 2006.***Assessing and managing earthquake risk: geo- scientific and engineering knowledge for earthquake risk mitigation: developments,tools, techniques.* s.l. : Springer Netherlands, 2006. 978 -1-4020-3608-8.
- Suárez Pérez, Erick y Pérez Cardona, Cynthia. 2004.***Desarrollo de propuestas de investigación en las ciencias de la salud.* San Juan - Puerto Rico : Universidad de Puerto Rico, 2004.
- Vargas Sabadías, Antonio. 1995.***Estadística descriptiva e inferencial.* La mancha : universidad de castilla, 1995. 84-88255-87-X.
- Vértice, Editorial. 2011.***Prevención de riesgos laborales en empresas de limpieza* . España : Vértice, 2011. 978-84-9931-523-2.
- Wilches Chaux, Gustavo. 1988.***Lavulnerabilidad global.* 1988.
- wilches Chaux, Gustavo. 1993.***Los desastres no son naturales.* Colombia : SENA, 1993.

VII.ANEXOS

7.1. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		MÉTODO	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable 1:Sistema de impulsión de agua potable		MÉTODO: Científico (Suárez Pérez, y otros, 2004 pág. 1)Sostiene que “La investigación científica es un proceso controlado, sistemático, empírico y crítico sobre las presuntas relaciones entre fenómenos naturales”. TIPO: Aplicada (Cegarra Sánchez, 2004 pág. 42) que la investigación aplicada abarca conocimientos científicos nuevos o que tiene por finalidad descubrir NIVEL :Descriptivo (Naghi Namakforoosh, 2005 pág. 91)Manifiesta que la; “investigación descriptiva es una forma de estudio para saber quién, dónde, cuándo, cómo y porqué del sujeto del estudio”. DISEÑO: No experimental (Ortiz Uribe, 2004 pág. 94)Define que: “En la investigación no experimental se observan fenómenos tal y como se presentan en su contexto, de los cuales se obtienen datos y después se analizan”. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN POBLACIÓN: (Vargas Sabadías, 1995 págs. 33-34)Indica que la población “representa al conjunto de elementos que van a ser observados en la realización de un experimento”. Lo Conforman los 47 sistemas impulsión del distrito de Puente Piedra. MUESTRA: (Salkind , 1999 pág. 33) Define que “una muestra sólo es representativa de una parte de la población pero se utiliza para generalizar acerca de la población. Lo conforman 2 sistemas de impulsión del distrito de Puente Piedra, por lo cual se aplica el muestreo no probabilístico intencional.	
¿Cómo determinar la vulnerabilidad sísmica delos sistemas de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017?	Determinar la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de PuentePiedraen el 2017	La vulnerabilidad sísmica dispone en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito dePuentePiedraen el 2017	Dimensiones	Indicadores		
			caudales de diseño	Caudal medio diario		
				Caudal máximo diario		
				Caudal máximo horario		
			Presiones de servicio	Máximo		
				Normal		
				Mínimo		
				Velocidad de flujos		Máximo
						Mínimo
Variable 2 : vulnerabilidad sísmica						
Vulnerabilidad Sísmica	Física					
	Funcional					
Plan de mitigación	Prevención					
	Mitigación					
	Preparación					
Plan de emergencia	Respuesta					
	Después del desastre					
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicos				
¿De qué manera interviene la vulnerabilidad física en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedraen el 2017?	Evaluar la intervención de la vulnerabilidad física en el sistema impulsión de agua potable del distrito de Puente Piedraen el 2017.	Es favorable la intervención de la vulnerabilidad física en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedraen el 2017.				
¿En qué forma interviene la vulnerabilidad funcional en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedraen el 2017?	Analizar la intervención dela vulnerabilidad funcional en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente piedraen el 2017.	La vulnerabilidad funcional interviene en el sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017.				
¿Cuál será el plan de mitigación de la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de PuentePiedraen el 2017?	Proponer un plan de mitigación de la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra en el 2017	El plan de mitigación reduce la vulnerabilidad sísmica del sistema de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedraen el 2017.				

7.2. Instrumentos de investigación validada



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Julio Ángel Castro Villegas
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: Jefe de proyectos – EPERCON SAC
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: Ficha técnica
- 1.4. Autor (a) del Instrumento: Luz Encarnación Varillas

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE				MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									✓			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								✓				
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									✓			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										✓		
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									✓			
INTENSIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									✓			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.								✓				
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis variables e indicadores.									✓			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									✓			
PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										✓		

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación.

✓

85

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

EQUIPOS & PERFORADORES
CONTRATISTAS S.A.C.

Lima 19, de Junio, Del 2017.

Ing. Julio A. Castro Villegas
CIP: 45672

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N°07027972 Telf: (01)356 0959

Proyecto: VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS DE IMPULSION DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA EN EL 2017

Autora: LUZ MARY ENCARNACIÓN VARILLAS

I.- INFORMACION GENERAL

Ubicación:
 Distrito: Puente Piedra Provincia: Lima Departamento: Lima
 Latitud: 11°57'47" Longitud: 77°06'21" Altitud: 200 m.s.n.m.

VARIABLE 1
CARACTERISTICAS DEL SUELO

zona de estudio:

suelo

clima:

zona de estudio:

CARACTERISTICAS DE LOS POZOS

NOMBRE DEL POZO	
Nº DEL POZO	
TIPO	
COTA DE TERRENO(m.s.n.m)	
PERFORACIÓN	
EQUIPO DE BOMBEO	
NIVELES DE CAUDAL	
EXPLOTACION	

ENSAYOS
VARIABLE 2
MICROZONIFICACION SISMICA

ZONA I	
ZONA II	
ZONA III	
ZONA IV	
ZONA V	

II.- TOTAL

Apellidos y Nombres: Castro Villegas Julio Angel

Registro CIP: 45672

Telefono: 356 0959

Correo:

**EQUIPOS & PERFORADORES
CONTRATISTAS S.A.C.**

Ing. Julio A. Castro Villegas
CIP: 45672



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: PACCHA HUAMANI PABLO ROBERTO
- 1.2. Cargo e Institución donde labora: DOCENTE
- 1.3. Nombre del Instrumento motivo de Evaluación: FICHA TÉCNICA
- 1.4. Autor (a) del Instrumento: ENCARNACIÓN VARIAS LUZ MARY

II. ASPECTO DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE				MÍNIMAMENTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									✓			
OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									✓			
ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									✓			
ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									✓			
SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									✓			
INTENSIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									✓			
CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									✓			
COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis variables e indicadores.									✓			
METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									✓			
PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.									✓			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación.
- El instrumento no cumple con los Requisitos para su aplicación.

✓
85

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 05 De JUNIO, Del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 08311266 Telf. 994 998 504

Proyecto:	VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS DE IMPULSION DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA EN EL 2017
Autora:	LUZ MARY ENCARNACIÓN VARILLAS

I.- INFORMACION GENERAL

Ubicación:		Clima:	
Distrito:	Puente Piedra	Provincia:	Lima
		Departamento:	Lima
Latitud:	11°57'47"	Longitud:	77°06'21"
		Altitud:	200 m.s.n.m.

VARIABLE 1
CARACTERISTICAS DEL SUELO

zona de estudio:

suelo

zona de estudio:

clima:

CARACTERISTICAS DE LOS POZOS

NOMBRE DEL POZO	
Nº DEL POZO	
TIPO	
COTA DE TERRENO(m.s.n.m)	
PERFORACIÓN	
EQUIPO DE BOMBEO	
NIVELES DE CAUDAL	
EXPLOTACION	

ENSAYOS
VARIABLE 2
MICROZONIFICACION SISMICA

ZONA I	
ZONA II	
ZONA III	
ZONA IV	
ZONA V	

II.- TOTAL

Apellidos y Nombres:	RIVERA HUAMAN I PABLO ROBERTO
Registro CIP:	23746
Telefono:	994 998 504
Correo:	RIVERA H@Yahoo.com

7.3. Certificado de laboratorio



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



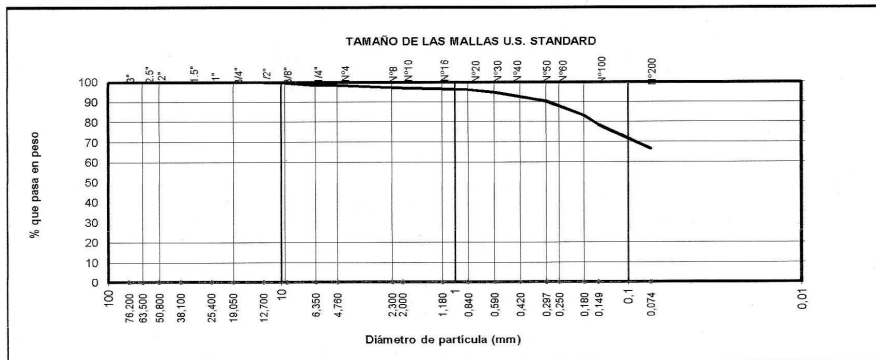
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 422

INFORME : 001 - EXP. 030 - LMS 2017
PROYECTO : VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO PUENTE PIEDRA EN EL 2017
UBICACIÓN : LOS SUREÑOS POZO, P - 885 DISTRITO PUENTE PIEDRA - PROV. Y DEPARTAMENTO LIMA
SOLICITANTE : LUZ MARY ENCARNACIÓN VARILLAS
FECHA : 15 DE JUNIO DEL 2017

Calicata: C- 1		Muestra: M - 1		Prof.: 1,00 m		Progresiva:	
Diámetros (mm)	TAMICES ASTM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Descripción de la Muestra	
76,2	3"				100,0	CLASIFICACION DE SUELOS: AASHTO = A-4 (3) SUCS = CL	
63,5	2 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0		
50,8	2"	0,0	0,0	0,0	100,0		
38,1	1 1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0	COEFICIENTES: Cc = 1,50 Cu = 6,00	
25,4	1"	0,0	0,0	0,0	100,0		
19	3/4"	0,0	0,0	0,0	100,0		
12,7	1/2"	0,0	0,0	0,0	100,0	LÍMITES ATTERBERG: LL = 27,50 N.P. LP = 19,86 N.P. IP = 7,64 N.P. % H.N = 13,95	
9,525	3/8"	1,8	0,4	0,4	99,6		
6,35	1/4"	4,9	1,1	1,4	98,6		
4,76	Nº 4	0,3	0,1	1,5	98,5	Observaciones: * Arcilla inorgánica de baja plasticidad con arena	
2,3	Nº 8						
2	Nº 10	6,6	1,4	2,9	97,1		
1,18	Nº 16						
0,84	Nº 20	4,3	0,9	3,9	96,1		
0,59	Nº 30	5,7	1,2	5,1	94,9		
0,42	Nº 40	10,3	2,2	7,3	92,7		
0,297	Nº 50						
0,25	Nº 60	22,4	4,8	12,1	87,9		
0,18	Nº 80						
0,149	Nº 100	42,9	9,2	21,4	78,6		
0,074	Nº 200	55,7	12,0	33,4	66,6		
	< Nº 200	309,5	66,6	100,0	0,0		
	Peso Inicial	464,4	100,0				

CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA.- LAS MUESTRA FUERON TRIDAS POR EL SOLICITANTE A ESTE LABORATORIO

OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

ING. MANUEL CRUZ CHUYES
RESPONSABLE

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

COORDINADOR

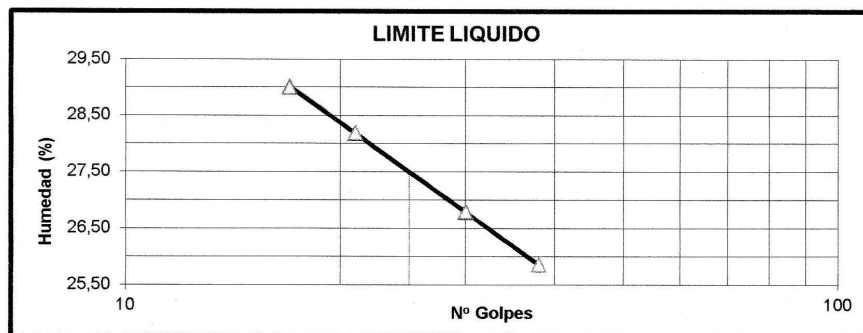


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**LIMITE LIQUIDO, LIMITE PLASTICO, E INDICE DE PLASTICIDAD
ASTM D 4318**

INFORME : 002 - EXP. 030 - LMS 2017
PROYECTO : VULNERABILIDAD SISMICA DE LOS SISTEMAS DE IMPULSIÓN DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO PUENTE PIEDRA EN EL 2017
UBICACIÓN : LOS SUREÑOS POZO, P - 865 DISTRITO PUENTE PIEDRA - PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA
SOLICITANTE : LUZ MARY ENCARNACIÓN VARILLAS
FECHA : jueves, 15 de junio de 2017

Calicata:	C-1	Muestra:	M-1	Prof.:	1,00 m			
		LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
Nº DE GOLPES	38	30	21	17	—	—	****	****
TARRO Nº	6	L-15	C-10	M-01	01	02	****	****
Suelo húmedo+tarro (gr)	32,04	30,23	20,99	20,06	13,37	23,32	****	****
Suelo seco+tarro (gr)	30,08	28,14	18,65	18,14	13,08	23,11	****	****
Peso del Agua (gr)	1,96	2,09	2,34	1,92	0,29	0,21	****	****
Peso del Tarro (gr)	22,50	20,34	10,35	11,52	11,61	22,06	****	****
Peso del Suelo Seco (gr)	7,58	7,80	8,30	6,62	1,47	1,05	****	****
Humedad (%)	25,86	26,79	28,19	29,00	19,73	20,00	****	****
L.L. 27,50 %		L.P. 19,86 %				I.P. 7,64 %		



OPERADOR: TEC. FREDY VILLANUEVA OSORIO

ING. MANUEL CRUZ CHUYES

RESPONSABLE

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

7.4.Trámites Realizados

“Año Del Buen Servicio al Ciudadano”

Solicito: Zonificación sísmica del distrito
de Puente Piedra

Director Ejecutivo
Dr. ATARAMA MARTINEZ SERGIO
PROGRAMA NUESTRAS CIUDADES
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	
SECRETARÍA GENERAL	
Oficina de Gestión Documentaria y Archivo	
05 JUN. 2017	
N°	95856 3
Hora:	13:22
Por:	
RECIBIDO	
SEDE SAN ISIDRO	

Yo, **ENCARNACIÓN VARILLAS LUZ MARY**, con domicilio en Mz: E Lt: 09 Asoc. De Viv. Los Viñedos II etapa-Puente Piedra, identificada con DNI N° **71287461**, estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil del X ciclo de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**, ante Usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, siendo necesario e indispensable solicitar información y planos sobre la Zonificación sísmica del distrito de Puente Piedra, para la elaboración del sustento de mi tesis, recurro a su despacho con el fin de brindarme el apoyo para obtener acceso a dicha información a fin de que me ayuden en el desarrollo de la tesis en mención que lleva por título “*Vulnerabilidad Sísmica de los sistemas de impulsión de agua potable en el distrito de Puente Piedra 2017*”.

Adjunto:

- Carta de presentación
- Copia de DNI
- E-mail: luzev18@gmail.com
- Celular: 965247370

Por lo expuesto:

Solicito a Usted, tenga a bien acceder a mi solicitud

Lima, 04 de Junio del 2017

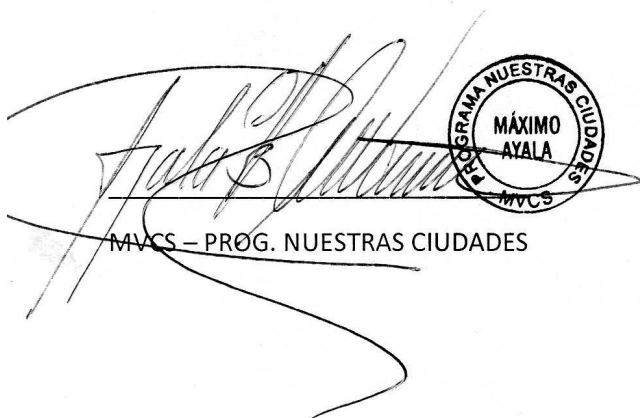
Atentamente:




ENCARNACIÓN VARILLAS LUZ MARY

CARGO DE ENTREGA DE INFORMACION

YO, Encarnación Vanillas Luz Mary IDENTIFICADA
CON DNI Nº 71287461 RECIBI DEL MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y
SANEAMIENTO – PROGRAMA NUESTRAS CIUDADES – PNC, UN CD CON EL ESTUDIO DE
MICROZONIFICACION SISMICA DEL DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, EN FORMATO SHAPE Y PDF,
INFORME, PLANOS, SIG, VULNERABILIDAD Y COSTO DE REPARACION.


MVCS – PROG. NUESTRAS CIUDADES




RECIBIDO: Encarnación Vanillas Lu.
71287461
FECHA: 12-06-17
Universidad Cesar Vallejo

7.5 Planos

7.5.1. Plano de ubicación del distrito de Puente Piedra

7.5.2. Tipos de suelo en la zona de estudio sector 384-puente piedra

7.5.3.Pozos y calicatas.

7.5.4Tipos de tuberías

7.5.5. Microzonificación sísmica

7.5.6. Número de roturas - Ysoyama

7.5.7. Número de Roturas-Yamazaki

7.6. Recibo y resultados de turnitin

7.7. Acta de aprobación de originalidad

7.8. Registro fotográfico



